This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

A 3 9015 00382 900 2
University of Michigan – BUHR

1837
ARTES VERITAS SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

SCIENCE LIBRARY
QE
351
.S68

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE

DE FRANCE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE

DE FRANCE

Fondée le 21 mars 1878

TOME SEPTIÈME

PARIS

SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

LA SORBONNE

(LABORATOIRE DE MINÉRALOGIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES)

—

1884

SOCIÉTÉ
MINÉRALOGIQUE
DE FRANCE

STATUTS

Article premier.

La Société minéralogique de France est fondée pour établir un lien entre tous ceux qui s'intéressent au progrès de la minéralogie et de la cristallographie.

Elle tient des séances mensuelles remplies par la présentation et la discussion des travaux des membres, par l'indication et la discussion des travaux étrangers, et enfin par les expériences qu'il paraîtra utile ou intéressant de répéter au public.

Elle publie un *Bulletin* mensuel comprenant : l'analyse des communications faites par les membres dans la dernière séance ; une revue bibliographique aussi complète que possible des publications faites en France et à l'étranger et relatives à la minéralogie ou à la cristallographie; enfin l'ordre du jour de la prochaine séance.

Art. 2.

La Société se compose de membres honoraires et de membres ordinaires.

Pour être élu membre de la Société, il faut être présenté

197652

par deux membres qui adressent une demande par écrit au Président. L'élection est mise à l'ordre du jour de la séance suivante. La nomination a lieu à la majorité des membres présents.

ART. 3.

Le titre de membre honoraire est conféré comme un hommage et une distinction particulière à des minéralogistes éminents de la France et de l'Étranger. Les membres honoraires ont voix délibérative dans les séances, et une place d'honneur leur est réservée. Ils sont nommés par la Société à la majorité des voix sur la présentation du Conseil.

Le nombre en est fixé à douze.

ART. 4.

Tous les membres paient une cotisation annuelle de 15 francs.

La cotisation annuelle peut être remplacée par le versement d'une somme de 200 francs. L'intérêt des sommes ainsi versées sera seul consacré aux dépenses courantes.

ART. 5.

La Société est administrée par un bureau composé de : un président, deux vice-présidents, deux secrétaires, l'un pour la France et l'autre pour l'étranger, un trésorier, un archiviste, et par un Conseil composé de six membres résidants. Le bureau de la Société est de droit le bureau du Conseil.

ART. 6.

Le bureau est nommé à la pluralité des voix des membres présents à la séance d'élection. Tous les membres de la Société sont invités par circulaire à envoyer leur vote pour l'élection du président qui doit être choisi parmi les vice-

présidents sortants. Les secrétaires, le trésorier et l'archiviste sont nommés pour deux ans. Le conseil est renouvelé par moitié chaque année. Les membres sortants ne sont pas immédiatement rééligibles. Les élections ont lieu dans la première séance de janvier.

Art. 7.

Les comptes des recettes et dépenses sont présentés chaque année au Conseil par le trésorier, puis communiqués à la Société.

La Société, avant d'en voter l'approbation, désigne par scrutin trois membres étrangers au conseil qui en font l'examen et présentent leur rapport dans la séance suivante.

Art. 8.

La Société reçoit les dons qui sont de nature à faciliter ses travaux, et inscrit dans son *Bulletin* les noms des donateurs.

LISTE

DES

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

Au 15 Janvier 1884

Membres honoraires décédés.

MILLER (W. H.).
ADAM.
KOBELL (Fr. von).
SMITH (Lawrence).

Membres honoraires.

DANA (J. D.), professeur, Yale College, New Haven, Connecticut.
DOMEYKO (I.), directeur de l'École des Mines de Santiago (Chili).
KOKSCHAROW (N. von), Membre de l'Académie, Wassili-Ostrow, 9. Kadetskaja l. Saint-Pétersbourg.
LEUCHTENBERG (S. A. I. duc Nic. de), château de Stain (Bavière).
MARIGNAC (Ch. de), Professeur à l'Académie, Genève.
NORDENSKIŒLD (N. E. baron), Stockholm.
RATH (Dr. vom), Bonn.
ROSENBUSCH (Dr H.), Heidelberg.
SCACCHI (Dr A.), Naples.
SELLA (Q.), Rome.
TOPSŒ (Dr H.) professeur à l'École militaire de Copenhague, (Danemark).
TSCHERMAK (Dr G.), à Vienne (Autriche).

Membres annuels. (1)

AGUILLON, Ingénieur des mines, 12, rue Roquépine, Paris.
m AMARAL (Fr. José de Santa Maria), mostero de S. Bento, Rio de Janeiro (Brésil).

(1) La lettre *m* indique les membres à vie.

AMIOT (H.), Ingénieur des mines, 146, boulevard Saint-Germain, Paris.

ARZRUNI (Dr) a. o. Professor a. d. Kgl. Universitæt 18. Matthiasplatz, Breslau.

AUGÉ, Propriétaire de mines, 30, avenue de Toulouse, Montpellier (Hérault).

BAIRD (W. Raymond), 56, Maden Lane, New-York City.

BARCZYNSKI (Dr Otto), Thorn a. W. Prusse.

BARET, Pharmacien, 2, place Delorme, Nantes.

BARROIS (Charles), Maître de conférences à la Faculté des sciences, rue de Solférino, 220, Lille.

BELIN (E), Ingénieur, 23, rue Lemercier, Paris.

BEN-SAUDE (Alf.), Secção mineralogica do Museu, 113, rua do arco a Jesus, Lisbonne (Portugal).

BERGERON (Jules), Préparateur au laboratoire de géologie de la Sorbonne, 75, rue Saint-Lazare, Paris.

BERTHAUD, professeur de minéralogie et géologie à la Faculté de Sciences de Lyon, 24, quai Fulchiron, Lyon.

m BERTRAND (Émile), Ingénieur, 15, rue de Tournon, Paris.

BERTRAND (Marcel), Ingénieur des mines, 29, rue Saint-Guillaume, Paris.

* BILLON.

BLAKE (William P.), Professeur à New Haven, Connecticut.

BLOT (l'abbé), Missionnaire apostolique, Docteur en théologie, Docteur ès-lettres, 23, avenue de Messine, Paris

BODEWIG, Docteur en philosophie, 96, Schildergasse, Cologne.

BOMBICCI (Louis), Directeur du cabinet de minéralogie de l'Université de Bologne (Italie).

* BORICKY.

BOUCHARD (Dr), 174, rue de Rivoli, Paris.

BOUCHARDAT (Gust.), Professeur à l'École de Pharmacie, 108, boulevard Saint-Germain, Paris.

BOURGEAT (l'abbé), licencié ès-sciences, Maître de conférences à la Faculté libre des Sciences de Lille.

m BOURGEOIS (Léon), ancien élève de l'École polytechnique, Préparateur au Muséum, 23, quai de la Tournelle, Paris.

BRÉON (René), Ingénieur civil, Semur (Côte-d'Or).

BRUN (A.), pharmacien, place Saint-Gervais, Genève.

* BURAT (A.).

BUREAU, Directeur de l'École industrielle de Gand, 3, rue des Douze-Chambres, Gand (Belgique).

* BYASSON.

CAIROL (Fr.), Professeur à l'Institut catholique de Lyon.

CALDERON, 17, Calle de Carranza, Madrid.

CARNOT, (Ad.), Inspecteur à l'École des mines, Paris.

CHANCOURTOIS (E. Beguyer de), Professeur de géologie à l'École des mines, 10, rue de l'Université, Paris.

CHAPER (Maurice), Ingénieur, 31, rue Saint-Guillaume, Paris.

CHAPERON (Georges), Ingénieur-Directeur de la fabrication aux mines d'Alosno, à la Puebla de Guzman, prov. de Huelva (Espagne).

CHARPY (Léon), Saint-Amour (Jura).

CHAUSSAT (le Dr), Médecin de la Cie des Mines de Lavaveix-les-Mines (Creuse).

CHURCH (A. H.), Professor of chemistry, Royal Botanic Gardens, Shelsley, Kew (Surrey).

COHEN (Dr E.), Professeur à l'Université de Strasbourg.

COOKE (Josiah), Professor, Harvard College, Mass.

CORNU (A.), Membre de l'Institut, Professeur de physique à l'École polytechnique, 38, rue des Écoles, Paris.

CORSI (Arnoldo), Ingénieur civil, 34, via Valfonda, Florence.

COSSA (Alfonso), Professeur de chimie, 32, rue de l'Hôpital, Turin.

CUMENGE, Ingénieur des mines, 49, rue de Rome, Paris.

CURIE (Jacques), Maître de conférences de minéralogie à la Faculté des sciences de Montpellier.

DAMOUR, Membre de l'Institut, 10, rue Vignon, Paris.

DAUBRÉE, Membre de l'Institut, Professeur de géologie au Muséum, Directeur de l'École des Mines, Paris.

DAVIES (Th.), F. G. S., British Museum, Londres.

* DELAFOSSE.

*DELESSE.

DELESSERT, 17, rue Raynouard, Paris-Passy.

DELIGNY (Victor), Attaché à la Direction technique des Mines d'Alosno, 18, rue François Ier, et 36, rue de Chaillot, Paris.

DEMARÇAY (Eug.), Docteur ès-sciences, 150, boulevard Haussmann, Paris.

DES CLOIZEAUX, Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie au Muséum, 13, rue Monsieur, Paris.

* DEVILLE (H. Sainte-Claire).

DIEULAFAIT, Professeur de minéralogie et de géologie à la Faculté des sciences de Marseille.

DIRVELL (Georges), Élève à l'École des mines, 10, rue Bérenger, à Malakoff (Seine).

DIRVELL (Philippe), 8, rue de Furstenberg, Paris.

DOELTER (Dr), professeur à l'Université de Gratz (Autriche).

DOLL (Édouard), 20 *bis*, rue de la Sinne, Mulhouse.

DONON DE GANNES, Ingénieur, 5, rue Berryer, Paris.

DUFET (H.) Professeur agrégé, 13, carrefour de l'Observatoire, Paris.

ECK (Dr H.), Professor an der polytechnischen Schule, Neckarstr., 75, Stuttgart (Allemagne).

m EGLESTON, School of mines, Columbia College, Corner 49th str. and 4th avenue, New-York.

EROFEJEFF (M.), Professeur, 7, rue de la Poste, *logis* 6, Saint-Pétersbourg.

* ESMARK.

FAVRE (Alph.), Correspondant de l'Institut de France, 6, rue des Granges, Genève.

FISCHER (Dr Henri), Professeur à l'Université de Freiburg in Baden.

FIZEAU, Membre de l'Institut, 3, rue de l'Estrapade, Paris.

FONTAN (A.), Conservateur des hypothèques, Castres (Tarn).

FORIR (Henri), Ingénieur des Mines, 11, rue Robertson, Liège.

FOUQUÉ, Membre de l'Institut, Professeur de géologie au Collège de France, 23, rue Humboldt, Paris.

m FRIEDEL (Ch.), Membre de l'Institut, Professeur de minéralogie à la Faculté des sciences, Conservateur des Collections de minéralogie à l'École des mines, 9, rue Michelet, Paris.

m FROSSARD (le Pasteur Charles), 14, rue de Boulogne, Paris.

FUCHS (Edmond), Professeur à l'École des mines, 5, rue des Beaux-Arts, Paris.

GALLET (Alexis), Licencié ès-sciences, 9, rue d'Arras, Paris.

GAUTIER (F.), Ingénieur civil des mines, 90, avenue Victor Hugo, Paris.

GONNARD (F.), Ingénieur, 54, quai Saint-Vincent, Lyon.

GORCEIX (Henri), Directeur de l'École des Mines de Ouro Preto, Brésil.

GORGEU (Al.), 60, rue de Provence, Paris.

GOSSELET, Professeur de géologie à la Faculté des sciences, 18, rue d'Antin, Lille.

GRAMONT (Arnaud de), 91, rue de l'Université, Paris.

GRATTAROLA, Directeur du musée et laboratoire de minéralogie de l'Institut royal des Études supérieures, à Florence.

GREGORY (James), 88, Charlotte street, Fitzroy square, Londres.
GROTH (Dr Paul), Professeur à l'Université de Munich.
GUYERDET, Préparateur de géologie à l'École des mines, 36, rue Gay-Lussac, Paris.
GUYOT (E.), chemin du Parc Chaviron, à Sèvres (Seine-et-Oise).
HAUTEFEUILLE, Maître de conférences à l'École normale, 127, boulevard Saint-Michel, Paris.
HINTZE (Dr C.), 37, Lennéstr. Bonn am Rhein (Allemagne).
HUBOU (Ernest), Ingénieur, 43, rue de Seine, Paris.
HUET, Ingénieur, 27, rue du Général Foy, Paris.
HUGO (le comte Léopold), Ingénieur civil, 14, rue des Saints-Pères, Paris.
JANNETTAZ (Ed.), Maître de conférences à la Sorbonne, Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle, 9, rue Linné, Paris.
JOFFRE (J.), 60, rue de Bondy, Paris.
JOUYOVITCH (J.), Professeur à l'Université, 8, Kragujevaczka Ulica, Belgrade (Serbie).
JULIEN (A.), Professeur de géologie et de minéralogie à la Faculté des sciences de Clermont, 40, place de Jaude, Clermont-Ferrand.
JUNGFLEISCH, Professeur à l'École de pharmacie, 38, rue des Écoles Paris.
JURKIEWICZ (Charles), Professeur ordinaire de minéralogie à l'Université impériale de Varsovie.
KLEIN (Dr Carl), Professeur à l'Université de Gœttingen (Hannover).
KLOCKE (Dr Friedr.), Professeur de minéralogie à l'Université de Marbourg.
KONINCK (Lucien de), Professeur à l'Université, 44, rue Bassenge, Liège.
KRENNER (Dr), Professeur, National Museum, Buda-Pest.
KUNZ, 408, Garden Street, Hoboken (New-Jersey).
KUSS (H.), Ingénieur des mines, 11, rue Jos. Chanrion, Grenoble.
LACROIX (Alfred), 6, rue Philibert Laguiche, Mâcon.
* LAMAURY.
LAGARDE, Licencié ès-sciences, 4, boulevard du Peyrou, Montpellier,
LANTIEZ, ancien notaire, 138, rue Lafayette, Paris,
LAPPARENT (Alb. de), Professeur de géologie et minéralogie à l'Institut catholique, 3, rue de Tilsitt, Paris.
m LARTET (L.), Professeur à la Faculté des sciences de Toulouse, 14, rue du Pt de Taunis, Toulouse.
LASAULX (Dr von), Professeur de minéralogie à l'Université de Bonn.

LATTEUX (Dr Paul), Chef du laboratoire d'histologie de l'hôpital Necker, Médecin de la Banque de France, 4, rue Jean-Lantier, Paris.

* LAURENCEL (Cte de).

LAVIGNOLLE, Conseiller général, château de Bescat, près Arudy (Basses-Pyrénées).

LECOQ DE BOISBAUDRAN, Correspondant de l'Institut, Cognac, ou 36, rue Prony, Paris.

LE CHATELIER (H.), Professeur à l'École des mines, 7, rue Nicole, Paris.

LEWIS (W. J.), New Museums, Cambridge, Angleterre.

* LEYMERIE.

LIMUR (comte de), Sous-Directeur de l'Institut des Provinces de France, hôtel de Limur, Vannes (Morbihan).

LINDSTROEM (G.), Adjoint au Riks-Museum, Stockholm.

LIPPMANN, Ingénieur, 51, rue de Chabrol, Paris.

m LIVERSIDGE, Professeur à l'Université de Sidney, New South Wales (Australie).

LORY (Charles), Correspondant de l'Institut, Professeur de géologie et de minéralogie à la Faculté des Sciences de Grenoble.

* LUDLAM (H.).

LUEDECKE (Dr Otto), Université de Halle, 5/6 Domgasse, Halle (Thuringe).

MALLARD (Ern.), Ingénieur en chef des mines, Professeur de minéralogie à l'École des mines, 11, rue de Médicis, Paris.

MASKELYNE (N. Esqre), Membre de la chambre des Communes, 112, Gloucester Terrace, Hyde Park, Londres.

MATTIROLO (H.), Ingénieur des mines, 1, place Lagrange, Turin (Italie).

MAUROY (de), Ingénieur, Courcelles-St-Germain, par Troyes (Aube).

MEUNIER (Stanislas), Docteur ès-sciences, Aide-Naturaliste au Muséum, 7, boulevard Saint-Germain, Paris.

* MICAULT (Victor).

MICHEL (Léopold), Ingénieur, 128, avenue de Neuilly (Neuilly).

m MICHEL-LÉVY (A.), Ingénieur en chef des mines, 22, rue d'Aumale, Paris.

MIEG (Mathieu), 8 *bis*, rue des Bonnes-Gens, Mulhouse.

MIRABAUD (Paul), 77, rue Monceau, Paris.

MUNIER-CHALMAS, Sous-directeur du laboratoire des recherches géologiques à la Faculté des sciences de Paris.

NOBLEMAIRE, Ingénieur des mines, directeur de la Cie P. L. M. 88, rue Saint-Lazare, Paris.

ŒBBEKE (Dr K.), Privat-Docent a d. Universitæt, 12, Marienplatz München.

OFFRET (Albert), Agrégé-préparateur au Collège de France, 23, boulevard Saint-Germain, Paris.

ORIEULX DE LA PORTE (J.), Ingénieur, sous-inspecteur du chemin de fer de l'Ouest, à Rennes (Ille-et-Vilaine).

PISANI, Chimiste, 8, rue de Fürstenberg, Paris.

PLASENCIA (Dr), 29, Agniar, Havane.

POTIER, Ingénieur des mines, 89, boulevard Saint-Michel, Paris.

m POUYANNE, Ingénieur des mines, à Alger.

REGNARD (H.), Élève à l'École des mines, 59, rue Claude-Bernard Paris.

RENARD (Le R. P.), Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles.

m RICHARD (Ad.), Préparateur à l'École des mines, 11, rue Guy de la Brosse, Paris.

ROLLAND (G.), Ingénieur des mines, 23, quai Voltaire, Paris.

ROUVILLE (de), Doyen de la Faculté des sciences de Montpellier.

ROUX (Léon), Ingénieur des Arts et Manufactures, 48, rue de Dunkerque, Paris.

RUTLEY (Frank), F. G. S. H. M. Geological Survey office, 28, Jermyn Str , Londres.

* SADEBECK (Dr).

SALET (G.), Maître de conférences à la Sorbonne, 120, boulevard Saint-Germain, Paris.

m SARASIN (Ed.), rue des Granges, Genève.

m SAUVAGE (Ed.), Ingénieur des mines, 91, rue Taitbout, Paris.

SCHEYRER (Émile), 5, rue Laval, Paris.

SCHRAUF (Dr Alb.), Professeur de minéralogie et Directeur du Musée minéralogique à l'Université de Vienne (Autriche).

SCHUCHARDT (Dr Théodore), Fabricant de produits chimiques à Gœrlitz (Preuss-Schlesien).

SCHULTEN (Dr Aug. de), à Helsingfors (Finlande).

SEGRÉ (Claudio), Ingénieur aux travaux des chemins de fer méridionaux, Naples (Italie).

SEHERR THOSS (le baron M. de), château d'Olbersdorf, près Reichenbach (Silésie).

SELIGMANN (G.), 18, Schlossrondel, Coblenz.

SELLE (vicomte de), Professeur de géologie et de minéralogie à l'École centrale, 5, avenue de Villars, Paris.

SELWYN, Directeur du Service géologique du Canada, Museum and office, 76, Saint-Gabriel Str., à Montréal, Canada.
SERRE (Comte de), 8, rue Las Cases, Paris.
SERTINES (Durand de), Ingénieur, Almeria (Espagne).
SILVESTRI, Directeur de l'Observatoire physique de l'Etna, à Catane (Italie).
SORESCO (Thomas Al.), Ingénieur, 74, Strada Saint-George Vechin, Ploiesti, Roumanie.
SORET (Charles), Chargé du cours de minéralogie à l'Université de Genève, 6, rue Beauregard, Genève.
STEFANESCO (G.), Directeur du Musée d'histoire naturelle de Bucharest.
STRUEVER, Professeur de minéralogie à l'Université de Rome.
SZABO, Conseiller royal, Professeur de minéralogie et de géologie à l'Université, Széchényi. u 6, Buda Pest.
TERRILL (William), Ingénieur, Morfa copper Works, Swansea (Angleterre).
THOULET (J.), Professeur de minéralogie et de géologie à la Faculté des sciences de Nancy.
TRIBOLET (Maurice de), Professeur de minéralogie à l'Académie de Neuchâtel (Suisse).
ULRICH (Dr), Ubbenstr. 8, Hannover.
UZIELLI (Gustave), Professeur de géologie et de minéralogie à l'École d'application pour les Ingénieurs, 11, place Solférino, Turin (Italie).
VANDERHEYM (Émile), Président de la chambre syndicale des négociants en diamants et pierres fines, 44, rue Taitbout, Paris.
VARELLE (Alph.), à Ternuay, par Mélisay (Haute-Saône).
VELAIN (Charles), Maître de conférences à la Sorbonne, 9, rue Thénard, Paris.
VIRIEU (Cte Wilfrid de), 5, rue de la Chaise, Paris.
* VIBRAYE (marquis de).
WEBSKI (Dr Martin), Mitglied d. K. Akad. d. Wiss. Professor an der Universitæt, Oberbergrath a. D., Lützower-Ufer 19 b. II, Berlin. W.
WRIGHT (Bryce), 204, Regent Street, London W. C.
WYROUBOFF (Grégoire), 127, boulevard Saint-Germain, Paris.
YVON, Pharmacien, 7, rue de la Feuillade, Paris.
ZULINSKI (J.), Professeur à l'École normale de Lemberg (Pologne autrichienne).

(*L'astérisque indique les membres décédés.*)

Membres du Conseil de la Société.

(Année 1884)

MM. CARNOT,
DAUBRÉE,
DUFET,
FOUQUÉ,
PISANI,
WYROUBOFF.

Bureau de la Société.

(Année 1884)

MM. CORNU, Président ;
FROSSARD, DE LAPPARENT, Vice-Présidents :
JANNETTAZ, Trésorier ;
BOURGEOIS (Léon), Secrétaire pour la France ;
ROUX (L.), Secrétaire pour l'Étranger ;
MICHEL (L.), Archiviste.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE

ANNÉE 1884. — BULLETIN N° 1.

Compte rendu de la séance du 10 janvier 1884

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

M. le Président annonce une présentation.

Il fait part de la perte de M. V. MICAULT, ancien procureur de la République à Saint-Brieuc, membre de la Société.

Il annonce ensuite qu'il a reçu une lettre de M. H. TOPSŒ, remerciant vivement la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en le nommant membre honoraire.

Sont nommés membres de la Société :

MM. Hector MATTIROLO, ingénieur des mines, attaché au laboratoire de M. Cossa, 1, place Lagrange, Turin, présenté par MM. Cossa et Friedel;

Albert OFFRET, agrégé préparateur au Collège de France, 23, boulevard Saint-Germain, présenté par MM. Michel Lévy et Bourgeois;

Léon ROUX, ingénieur des arts et manufactures, préparateur au laboratoire de minéralogie de la Sorbonne, 48, rue de Dunkerque, présenté par MM. Friedel et Richard.

M. A. DE LAPPARENT fait hommage à la Société du 2e et

dernier fascicule de son *Traité de Minéralogie;* M. le Président le remercie au nom de la Société.

Il est procédé à l'élection du Président et de deux Vice-Présidents pour l'année 1884.

Pour l'élection du Président, 24 membres présents déposent leurs bulletins, de plus, 40 votes ont été envoyés par lettre.

Le scrutin donne le résultat suivant :

MM. Cornu.	50 voix.
Wyrouboff	14 —

M. Cornu est nommé Président pour l'année 1884.

MM. de Lapparent et Frossard sont nommés Vice-Présidents.

L'assemblée renouvelle leurs mandats à MM. Jannettaz, trésorier; Michel, archiviste; Bourgeois, secrétaire pour la France; elle nomme M. Roux secrétaire pour l'étranger.

Elle procède ensuite à l'élection de deux membres du Conseil en remplacement de MM. E. Bertrand et Friedel, membres sortants.

MM. Fouqué et Wyrouboff obtiennent la majorité.

En conséquence, le Conseil est ainsi composé pour l'année 1884 : *Président*, M. Cornu; *Vice-Présidents*, MM. Frossard et de Lapparent; *Trésorier*, M. Jannettaz ; *Secrétaire pour la France*, M. L. Bourgeois; *Secrétaire pour l'Étranger*, M. L. Roux; *Archiviste*, M. L. Michel; *Membres du Conseil:* MM. Carnot, Daubrée, Dufet, Fouqué, Pisani, Wyrouboff.

M. Fouqué renouvelle à la Société ses remerciements en quittant la présidence.

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT.

M. de Lapparent prend place au fauteuil en l'absence de M. Cornu, Président ; il exprime ses remerciements à la Société.

M. Em. Bertrand présente la note suivante :

Sur la Friedelite,

par M. Emile Bertrand.

Dans ses travaux sur les composés du manganèse, M. Gorgeu a été amené à rechercher la présence du chlore dans les produits naturels qui accompagnent les oxydes de ce métal, et ses prévisions se sont réalisées pour la Friedelite qui accompagne dans les Pyrénées les oxydes, silicates, carbonates et sulfures de manganèse.

Il est difficile de se procurer la Friedelite complètement pure, car elle est en général assez intimement mélangée à une gangue siliceuse ou à du carbonate de manganèse.

J'ai pu cependant remettre à M. Gorgeu un échantillon relativement assez pur, et l'analyse de M. Gorgeu montre que la Friedelite renferme du chlore que je n'avais pas signalé autrefois.

Les résultats de cette analyse, en retranchant 14,10 pour cent de carbonate de manganèse mélangé, sont :

		Oxygène
SiO^2	34,45	18,37
MnO	48,25	
MgO	1,20	11,42
CaO	0,40	
Cl	3,40	
Mn	2,60	
HO	9,60	8,53
	99,90	

On voit que la Friedelite et la pyrosmalite ont des compositions chimiques tout à fait comparables.

En effet, la pyrosmalite de Nordmark renferme d'après l'analyse de von Lang :

SiO^2	35,43
MnO	20,51
FeO	30,72
CaO	0,75
HO	7,75
Cl	3,79
	98,95

Les propriétés physiques offrent également la plus grande analogie, particulièrement les propriétés optiques et la forme cristalline. Ces deux minéraux sont des silicates de protoxydes, chlorurés et hydratés, les seuls connus dans la nature(1). La Friedelite ne renferme pas de fer, mais seulement du manganèse, la pyrosmalite renferme du fer et du manganèse, dans la proportion de 3 de fer pour 2 de manganèse.

Ces deux minéraux, comme l'a constaté M. Gorgeu, cèdent difficilement leur eau lorsqu'on les soumet à l'action de la chaleur; ce n'est que vers le rouge sombre qu'elle se dégage peu à peu, et aussitôt les teintes des substances s'altèrent.

L'eau bouillante, l'acide nitrique étendu (2 à 5 d'acide pour 100 d'eau), employé à froid, n'enlèvent pas le chlore; il faut opérer avec cet acide étendu à l'ébullition pour trouver dans les liqueurs filtrées 25 à 50 centièmes du chlore contenu dans le minéral. On constate en même temps que les silicates sont décomposés. On ne peut donc enlever l'eau et le chlore à la Friedelite et à la pyrosmalite sans les décomposer.

Dans une prochaine note M. Gorgeu fera connaître la suite de ses intéressantes recherches sur ces silicates chlorurés.

(1) La sodalite est un silicate chloruré anhydre de sesquioxyde et protoxyde.

M. G. Wyrouboff présente les notes suivantes :

Sur le dimorphisme du sulfate acide de potasse et sur la forme cristalline de la Misénite,

par M. G. Wyrouboff.

M. Scacchi a décrit depuis longtemps (1), sous le nom de *Misénite*, un minéral qu'il avait trouvé dans la grotte du cap Misène près de Naples, et qui était composé de sulfate acide de potasse à peu près pur. Ce minéral se présente en fibres plus ou moins enchevêtrées ou en longs filaments possédant un bel éclat soyeux.

Le sulfate acide de potasse, SO^4KH, cristallise, comme on sait, avec la plus grande facilité en gros cristaux orthorhombiques, mais M. de Marignac qui s'est occupé de ce sel, a pensé qu'il pouvait être dimorphe. En effet, lorsqu'il cristallise par refroidissement, et particulièrement dans le cas d'une solution contenant de l'acide sulfurique en grand excès, la liqueur se prend en une masse blanche formée de fibres soyeuses extrêmement fines et enroulées comme les fibres d'un morceau de ouate, ou en fines aiguilles. Si l'on fait un trou dans cette masse avec une baguette de verre, on voit apparaître, au bout de un ou deux jours, les cristaux orthorhombiques ordinaires du sulfate acide; ils s'accroissent aux dépens des fibres qui finissent par disparaître complètement sans que le poids de la liqueur ait changé, comme je m'en suis assuré à plusieurs reprises.

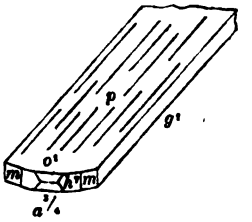
Ces fibres soyeuses, qu'il est d'ailleurs impossible d'analyser parce qu'on ne peut les débarrasser de l'excès de l'acide qui reste dans les eaux mères, ressemblent d'une façon frappante à la Misénite telle que la décrit M. Scacchi. J'ai donc cherché à obtenir des cristaux plus nets, pour

(1) *Memorie geologiche sulla Campania.* Compte rendu de l'Ac. de Naples, 1850, p. 932.

m'assurer s'il y avait là un véritable dimorphisme ou une simple différence d'état physique.

J'avais remarqué en préparant le sulfate $S^2O^8K^3H$, dont j'ai décrit la curieuse structure, qu'en laissant pendant quelques jours dans un cristallisoir fermé une solution de sulfate acide ordinaire dans l'eau pure, il se formait des aiguilles qui grimpaient sur les parois du vase. J'en conclus qu'on pouvait les obtenir en faisant évaporer très lentement une solution de SO^4KH sans y ajouter un excès d'acide. On les obtient en effet ainsi, et parfois de dimensions notables, seulement elles ne sont point terminées et les faces sont fortement striées. Dans une cristallisation qui m'avait donné une vingtaine de grammes de ces aiguilles, j'en ai trouvé pourtant trois ou quatre d'un millimètre environ d'épaisseur, qui étaient terminées à l'un des bouts par une série de facettes parfaitement mesurables. Les mesures ne sont certes pas très bonnes, mais elles suffisent pour déterminer la symétrie qui est nettement clinorhombique et pour calculer avec une suffisante approximation les éléments géométriques de la forme.

Formes observées : p (001) g^1 (010) m (110) h^7 (430) o^1 ($\bar{1}01$) $a^{3/4}$ (403). $\sqrt{\ }$ (1).



Clivage parfait suivant g^1.

$$a : b : c = 3.2196 : 1 : 2.1842 \; ; \; \gamma = 77^\circ\ 55^\circ.$$

(1) Dans la figure ci-jointe, fort mal faite d'ailleurs, les faces p et g^1 doivent être striées de stries très fines ininterrompues.

	Calc.	Obs.
mm	—	*112°
mp	—	*100°
$h^7 h^7$	142° 50′	143°
$h^7 p$	101° 27′	101°40′
$o^1 p$	—	*118°
$a^{3/4} p$	91° 22′	92°
$o^1 a^{3/4}$ adj.	150° 38′	150° app.

Densité = 2.245. Ce chiffre s'éloigne considérablement de 2.478 donné par Joule et Playfair pour le sulfate acide orthorhombique, mais leur chiffre s'éloigne plus encore de celui de Jacquelain (2.163), se rapportant aux mêmes cristaux. J'ai trouvé de mon côté, en choisissant de gros cristaux très limpides, 2.273 pour le sulfate acide ordinaire. Sa densité est donc un peu plus forte que celle du sulfate clinorhombique.

Le plan des axes optiques est perpendiculaire au plan de symétrie ; la bissectrice aiguë *positive* fait, avec une normale à p un angle de 17° et un angle de 60° 55′ avec une normale à h^1 antérieur. $2H_a$ = 39°5′ rouge, 37° 50′ vert. La dispersion horizontale est à peine appréciable.

On n'hésiterait pas à conclure au dimorphisme, si l'analyse de M. Scacchi ne laissait quelque incertitude. Il a trouvé, en effet, dans la Misénite :

			SO^4KH
SO^3	= 57.15		58.82
K^2O	= 36.65		34.56
H^2O	= 6.20	par diff.	6.62
	100.00		100.00

La substance n'était évidemment pas pure, et M. Scacchi attribuait l'excès de l'alcali à un mélange d'environ 7 0/0 de sulfate neutre de potasse.

Le produit que j'ai obtenu, et qui était préparé avec

des substances chimiquement pures, m'a donné, comme moyenne de deux essais très concordants :

$$\begin{aligned} SO^3 &= 56.43 \\ K^2O &= 33.72 \\ H^2O &= \underline{\ \ 9.85} \text{ par diff.} \\ & \quad\ \ 100.00 \end{aligned}$$

L'acide sulfurique était précipité par le chlorure de baryum, l'excès de baryte précipité par l'acide sulfurique et la potasse dosée à l'état de sulfate.

Ces chiffres s'éloignent, comme on voit, notablement de la théorie. Mais en calculant la qualité théorique de potasse et d'eau d'après l'acide sulfurique trouvé, on a :

$$\begin{aligned} K^2O &= 33.15 \\ H^2O &= \ \ 6.35 \end{aligned}$$

Il y aurait ainsi 3.5 0/0 d'eau hygroscopique ou d'interposition en trop. En la décomptant du total et en ramenant l'acide sulfurique et la potasse trouvés à 100, on a :

$$\begin{aligned} SO^3 &= 58.48 \\ K^2O &= 34.94 \\ H^2O &= \underline{\ \ 6.54} \text{ par diff.} \\ & \quad\ \ 100.00 \end{aligned}$$

chiffres qui concordent très bien avec la théorie. On peut donc considérer le dimorphisme du sulfate SO^4KH comme certain, et la Misénite comme appartenant à la forme clinorhombique la moins stable des deux.

Détermination des indices de réfraction du sel de Seignette ammoniacal,

par M. G. Wyrouboff.

Les indices de réfraction du sel de Seignette potassique ont été déterminés par M. Des Cloizeaux et, après lui, par

M. Müttrich. Au moment où je m'occupais des propriétés optiques des mélanges des deux sels de Seignette, j'ai voulu avoir les indices du sel ammoniacal pour calculer, d'après la formule de M. Mallard, l'écartement des axes dans le mélange.

C'était en même temps pour moi une occasion d'éprouver un grand goniomètre horizontal, que M. Picart venait de construire pour moi sur mes indications, et qui s'est trouvé excellent à tous égards.

Les faces des prismes étaient, suivant le procédé recommandé par M. Topsœ, simplement doucies et recouvertes de minces lames de verre qu'on faisait adhérer, au moyen d'une solution étendue de baume de Canada dans du chloroforme. Parmi les prismes ainsi préparés pour chacun des indices, on a choisi celui qui offrait l'image spectrale la plus régulière et la plus nette.

Pour l'indice β et la lumière du lithium, deux prismes très bons tous deux, ayant donné des résultats différents de 4 unités dans la quatrième décimale, j'ai pris une moyenne.

Les deux tableaux suivants donnent l'ensemble des mesures (1) prises à 20° C, et des calculs.

Indices	A	D verre rouge	D lithine	D sodium	D verre vert	n verre rouge	n lithine	n sodium	n verre vert
α	61°18'20"	38°10'	38°4'	38°22'50"	38°36'30"	1,4966	1,4956	1,4990	1,5016
$\beta 1$	33°13'	17°24'40"	17°21'30"	—	—	1,4955	1,4944	1,4980	1,5007
$\beta 2$	32°49'20"	—	17°7'	17°15'20"	17°21'	—	1,4940	—	—
γ	37°3'	19°37'	18°30'50"	19°40'	19°46'10"	1,4925	1,4909	1,4950	1,4974

(1) A, angle du prisme; D, déviation minima.

	2 V	2 E Calc.	2 E Obs.
Verre rouge.	62°32'	101°50'	102°30'
Lithine	65°22'	107°34'	106°40'
Sodium	59°52'	96°44'	96°30'
Verre vert.	55°	87°44'	86°30'

Sur les phénomènes optiques du sulfate de strychnine,

par M. G. Wyrouboff.

Parmi les substances douées du pouvoir rotatoire, le sulfate de strychnine occupait une situation tout à fait particulière, puisque seul il possédait ce pouvoir tant à l'état de cristaux qu'en solution (1). M. Des Cloizeaux, qui a découvert cette exception à la règle générale, a constaté, de plus, que cristaux et solution étaient constamment lévogyres. Il ne paraît pas que, depuis la publication du mémoire de M. Des Cloizeaux, on se soit occupé de ce corps, assez difficile d'ailleurs à obtenir en cristaux nets, et le fait de son double pouvoir rotatoire a passé sans conteste dans tous les traités de chimie et de physique.

J'ai eu dernièrement l'occasion d'examiner un certain nombre de cristaux très nets et très limpides de ce sel curieux, et il m'a été facile de reconnaître que les phénomènes optiques qu'on y observe étaient infiniment plus complexes qu'on ne l'avait cru. Personne ne songera, certes, à accuser ici l'observateur dont la rare sagacité est depuis longtemps à l'abri de tout reproche, mais il est

(1) On a cité, il est vrai, aussi l'alun d'amylamine, mais ce corps ne paraît avoir été examiné que très superficiellement.

permis de mettre l'erreur au compte de l'imperfection des anciens instruments et un peu aussi, il faut bien le dire, des anciennes théories sur les cristaux uniaxes. On faisait anciennement de la cristallographie microscopique, on examinait des plaques épaisses à de très faibles grossissements et l'on attribuait toutes les dislocations des anneaux et de la croix, toutes les anomalies dans l'aspect du phénomène optique, à des irrégularités inconnues de la structure. Présentement, grâce aux modifications si heureuses apportées au microscope, grâce aux beaux travaux de M. Mallard qui a donné une théorie simple, élégante et rationnelle de ces apparentes irrégularités, il ne nous est plus permis de nous arrêter à l'examen superficiel du phénomène qui peut être, et qui est, dans le cas particulier dont il s'agit, une résultante accidentelle d'autres phénomènes. Il nous faut pousser l'analyse plus loin, et chercher les éléments qui composent cet ensemble, dont on se contentait jadis.

L'exemple du sulfate de strychnine est un de ceux qui illustrent le mieux l'excellence de la méthode des lames minces que M. Mallard a été le premier à généraliser dans l'étude de la structure cristalline. Considéré sous une certaine épaisseur et avec le faible grossissement de l'ancien microscope polarisant, il est certain que quelques-uns des cristaux du sulfate de strychnine présentent des phénomènes fort ressemblants à ceux du quartz : croix noire, devenant vers le centre plus ou moins pâle suivant l'épaisseur, le champ ne s'éteignant pour la lumière blanche dans aucun azimut, enfin la rotation de l'analyseur produisant une succession de teintes plus ou moins régulières — tout cela rappelle bien en effet la polarisation circulaire. Il est vrai que la croix noire n'est jamais absolument régulière, qu'elle se disloque toujours un peu lorsqu'on change la position du cristal par rapport au plan de polarisation ; il est vrai aussi que la plaque n'offre aucune extinction, même pour la lumière monochromatique, ce qui n'est plus

le cas d'un cristal polarisant circulairement un rayon qui le traverse. Mais ces exceptions s'expliquaient aisément par des irrégularités internes dont on s'interdisait d'avance de rechercher la nature, et l'on choisissait les échantillons qui s'écartaient le moins de la théorie.

En choisissant au contraire les individus les plus irréguliers, en l'observant en cristaux minces ou en lames de clivage, le sulfate de strychnine offre un tout autre aspect. Les anneaux circulaires et la croix noire, même imparfaite, deviennent des exceptions, et n'existent que sur quelques points isolés de la lame; la structure apparaît comme complexe et la substance se présente comme nettement biaxe avec des axes dont l'orientation n'est point absolument constante et dont l'angle est toujours variable. Cet aspect est bien connu de tous ceux qui ont eu l'occasion d'étudier des croisements de lames minces, soit artificielles, comme celles que Reusch a reproduites avec des micas, soit naturelles, telles qu'elles existent dans le mélange des sels de Seignette, ou de sulfate et de chromate sodico-ammonique, dans le prussiate jaune de potasse, la Prehnite, etc. Cet aspect indique d'une façon tout à fait précise un groupement d'éléments dont la symétrie est autre que celle du solide résultant.

Ce qu'il y a de remarquable dans le cas particulier du sulfate de strychnine, c'est la simplicité relative des anomalies qu'on observe. Les plages sont toujours en petit nombre, toujours les mêmes et également situées par rapport au contour extérieur du cristal; leurs lignes de démarcation sont très nettes et les axes y sont orientés suivant une direction qui ne varie que de quelques degrés; les hyperboles et les anneaux sont généralement beaucoup plus réguliers que dans tous les cas où l'on rencontre cette sorte de phénomènes optiques anormaux, que dans le prussiate de potasse, par exemple, pour citer une substance possédant également une symétrie pseudo-quadratique. On a là un exemple très intéressant d'empilement

naturel de lames produisant les effets bien connus des lames croisées de Reusch.

Les cristaux de sulfate de strychnine à 6 H^2O présentent deux types distincts : les uns sont allongés suivant l'axe vertical et ont une base peu développée, les autres sont au contraire des tables carrées plus ou moins épaisses ; on obtient généralement les premiers lorsqu'on cristallise vers 20°, et les seconds lorsque la température est plus basse. Les uns et les autres ont exactement les mêmes formes, mais leur structure interne ne semble pas tout-à-fait identique. Dans les premiers, lorsqu'ils atteignent une certaine épaisseur, un 1/2 centimètre, par exemple, on voit en effet des phénomènes qui rappellent assez bien les phénomènes classiques du quartz, à cela près que la croix noire ne disparaît jamais complètement, qu'elle se disloque toujours et que la plaque ne s'éteint pas, même avec la lumière monochromatique. Lorsqu'on clive des lames minces de ces cristaux, la dislocation de la croix devient plus apparente et l'on aperçoit quelquefois les quatre plages très caractéristiques qui se rencontrent dans tous les cristaux du second type sans exception.

Ces plages, dans les cristaux aplatis suivant la base, sont situées, comme le montre la figure 1 ; elles agissent peu sur la lumière polarisée, sont d'un gris plus ou moins sombre et, dans chacune d'elles, on voit en lumière convergente deux axes faisant avec les côtés du carré, tantôt d'un côté, tantôt d'un autre, des angles variant de 82° à 90°. Ce n'est plus une croix plus ou moins disloquée, comme dans le cas précédent, ce sont bien deux axes dont l'écartement dans l'air peut atteindre 25°. La structure est parfois plus complexe encore (fig. 2) : ce sont quatre individus comme celui de la figure 1, dans chacun desquels les axes sont disposés comme dans les cristaux simples. D'autre fois, il n'existe que deux plages (A, fig. 2), ou cinq plages, comme en B; d'autres fois encore, la structure est plus enchevêtrée, donnant l'aspect

d'un damier (fig. 3), comparable à celui qu'on voit dans les cas les plus simples du mélange des sels de Seignette. De même que dans les cristaux du premier type, il n'y a, bien entendu, aucune extinction pour aucune couleur.

Tout cela nous démontre de la façon la plus évidente que nous avons affaire à une substance biaxe qui, par une superposition plus ou moins régulière de lamelles, produit des empilements tantôt doués de dispersion tournante, tantôt simplement uniaxes, tantôt rappelant le phénomène de la polarisation circulaire. Quelle en est la forme? Est-elle orthorhombique, monoclinique ou anorthique?

J'ai essayé de le déterminer, sinon directement, — le sulfate de strychnine étant peu soluble et présentant plusieurs degrés d'hydratation, ne peut être obtenu cristallisé que dans un nombre fort restreint de conditions — du moins par voie détournée.

En faisant évaporer sur une lame de verre une goutte de solution concentrée, on voit se déposer en même temps les cristaux des deux hydrates. Les petites tables quadratiques appartenant au sel à $6H^2O$ sont de deux espèces: les unes, en plus grand nombre, possèdent les quatre plages qui existent dans les grands cristaux tabulaires, et n'éteignent point complètement la lumière, les autres qui sont homogènes, et dont l'extinction est parfaite. Dans les premiers, on a toujours deux axes plus ou moins rapprochés; dans les seconds, on a une substance uniaxe avec croix noire fixe.

En chauffant un cristal épais ou une lame de clivage, entre 50 et 53°, on aperçoit des modifications profondes dans la structure intime. On voit apparaître des stries perpendiculaires aux côtés (fig. 4), limitant des plages vivement colorées, et donnant entre les Nicols croisés une extinction à peu près parfaite, le centre conservant ses quatre plages et sa teinte grise. Ces stries et ces

plages avancent progressivement vers le centre, et l'on finit par avoir la figure 5.

Lorsque l'action de la chaleur a été suffisante, on ne trouve plus aucune espèce d'axes, on ne voit que vaguement des branches d'hyperboles qui balayent le champ du microscope lorsqu'on tourne la plaque. A ce moment, le sel à $6H^2O$ s'est transformé en sel à $5H^2O$; c'est là un phénomène analogue à celui que M. Mallard a décrit pour la Heulandite. Le cristal, laissé à l'air libre, revient à son état premier; il ressemble à une éponge, et l'eau peut être absorbée ou abandonnée, sans que sa forme extérieure éprouve de modification. En effet, un cristal noyé dans du baume de Canada, chauffé à la même température, n'éprouve aucun changement.

J'ai pensé que les sels isomorphes apporteraient quelque élément nouveau et donneraient peut-être la forme primitive des cristaux composant l'assemblage pseudo-quadratique. J'ai donc préparé le séléniate et le chromate de strychnine, qui n'avaient pas été décrits jusqu'ici.

Le séléniate est malheureusement peu soluble à chaud, extrêmement peu soluble à froid; il se dépose d'une solution chaude, refroidie à une basse température, ou d'une solution froide lentement évaporée sous forme d'aiguilles absolument indéterminables. Mais au milieu de ces aiguilles, on voit quelques minces tables carrées, ayant quelquefois 2 à 3 millimètres de côté qui, essuyées rapidement, donnent l'aspect que reproduit la figure 6. Cet aspect, on le voit, est tout autre que celui des cristaux quadratiques du sulfate; les stries d'une grande netteté sont diagonales, les stries parallèles aux côtés sont relativement rares, les couleurs sont vives, et toutes les plages éteignent en même temps, lorsqu'on met l'un des côtés du carré suivant le plan de polarisation. Les axes, situés partout parallèlement à l'un des côtés du carré, sont très écartés, et ont leurs anneaux et leurs hyperboles parfaitement réguliers. Mais cet aspect ne dure que quelques heures lors-

que la plaque est dans du baume, quelques minutes seulement lorsqu'on la laisse à l'air libre. Des bandes noires apparaissent sur les côtés, elles s'élargissent rapidement et régulièrement, laissant entre elles, tantôt un carré, tantôt un octogone (fig. 7). Si le cristal est dans le baume et la transformation plus lente, la progression des bandes noires est moins régulière; elles naissent quelquefois dans les coins et avancent suivant les stries diagonales. Lorsqu'elles ont envahi tout le cristal, les stries ont disparu, la substance est devenue uniaxe. C'est le phénomène décrit par M. Mallard dans la boracite, à cela près qu'ici, ce n'est pas le changement de température, mais la disparition des dernières traces d'eaux mères qui détermine la transformation. Une fois à cet état, le séléniate est devenu semblable au sulfate, du moins au point de vue de l'action de la chaleur. Chauffé vers 50°, il présente les phénomènes que nous avons vus, et dont les figures 4 et 5 rendent compte. Le séléniate éprouve donc une double modification : une modification physique et une modification chimique sans changer sa forme extérieure.

Le chromate de strychnine est presque insoluble; il l'est un peu moins que la strychnine, qui exige environ 6.000 parties d'eau pour se dissoudre, aussi ne l'obtient-on qu'en cristaux microscopiques dont il est impossible d'étudier avec quelque précision les propriétés optiques. Ils sont pourtant intéressants en ce que, même obtenus à chaud, ils se présentent toujours en tables carrées à structure homogène, éteignant parfaitement la lumière. Ils semblent donc être nettement uniaxes.

Pour comprendre ces divers phénomènes, il faut se rappeler que le sulfate de strychnine (et par conséquent le séléniate) peut avoir deux degrés différents d'hydratation. M. Lextreit a montré récemment (1) qu'en solution aqueuse

(1) *Journ. de Pharm. et de Ch.* 1882 (5), t. VI, p. 259.

au dessus de 50°, et en solution alcoolique à toutes les températures, il cristallisait avec $5H^2O$; qu'au-dessous de 50° il avait $6H^2O$. Le sel à 5 molécules d'eau est monoclinique, et a été décrit depuis longtemps par M. Des Cloizeaux; le sel à 6 molécules d'eau est celui dont les cristaux ont une apparence quadratique. Or, en examinant attentivement les deux formes, on s'aperçoit qu'elles sont à certains égards très voisines. On a, en effet, dans la forme monoclinique, une face h^1, très développée, et dans deux zones rectangulaires les angles $a^{1/2}p = 154°20'$ et $mm = 155°3'$; dans la forme quadratique l'angle de l'arête latérale de l'octaèdre dominant est de 155° 54'. Lorsqu'on fait cristalliser une goutte de solution chaude, les cristaux monocliniques qui se déposent les premiers, ont l'apparence de lames rectangulaires aplaties suivant h^1 et allongées suivant l'axe latéral; ces lames portent le plus souvent la troncature hémièdre $d^{1/2}$ (fig. 8), qui fait quelquefois disparaître complètement l'arête mh^1 gauche (fig. 9). On remarquera cette particularité importante; que l'angle plan formé par les arêtes $d^{1/2}h^1$ et ph^1, est de 46°4'. Au point de vue optique ces lames monocliniques se distinguent au premier coup d'œil des petites tables carrées du sel à $6H^2O$ par leurs vives couleurs en lumière polarisée, et par l'absence d'axes à travers h^1, la bissectrice faisant avec une normale à cette face un angle de 57°17'.

Cela étant, il est clair que les lames monocliniques peuvent se disposer comme le montre les figures 4 et 5. Il est clair aussi qu'elles peuvent se croiser indéfiniment soit à angle droit, soit à 45°, sans changer en rien la forme extérieure du cristal quadratique.

Dès lors tous les faits qu'on observe dans la deshydratation partielle des cristaux à $6H^2O$, s'expliquent sans aucune difficulté : le cristal extérieurement quadratique devient un assemblage régulier de lamelles clinorhombiques à travers lesquelles on ne peut plus voir les axes. Plus embarrassante est l'interprétation de la structure des cris-

taux à 6 H^2O, non soumis à une élévation de température, et qui sont du moins, lorsque leur dimension est très petite, tantôt tout à fait homogènes, s'éteignant complètement, comme les cristaux microscopiques du chromate, tantôt divisés en plages donnant des rayons polarisés elliptiquement; tantôt nettement à un axe, tantôt possédant deux axes plus ou moins écartés.

L'examen du séléniate à 6 molécules d'eau nous donne ici une précieuse indication. Son brusque changement d'état, au sortir de l'eau mère, montre clairement qu'il est dimorphe et que sa forme stable est quadratique. Quant à sa seconde forme, qui est tellement instable qu'elle n'existe jamais par elle-même, et ne se présente que sous forme d'empilements extérieurement quadratiques, il suffit de la supposer clinorhombique et identique à celle du composé à 5 H^2O, avec une bissectrice très voisine de la normale à h^1, pour que tout s'explique le plus simplement du monde. Cette supposition est d'ailleurs très vraisemblable. Etant donné, le poids considérable de la molécule de la strychnine et la très petite quantité d'eau qui distingue les deux degrés d'hydratation (2,3 % pour le sulfate, 2,1 % pour le séléniate), on conçoit très bien que la forme cristalline puisse être identique dans les deux cas. Il n'en est pas de même des propriétés optiques qui, on le sait, se modifient toujours profondément avec le moindre changement de composition.

Rien ne s'oppose à ce que nous admettions que le sulfate à six molécules d'eau est dimorphe, lui aussi, précisément de la même manière que le séléniate. Seulement la transformation de la forme clinorhombique en la forme quadratique qui est rapide et totale dans le séléniate, est partielle dans le sulfate qui nous présente dans les individus n'éteignant pas complètement la lumière polarisée, un mélange en proportions diverses de cristaux uniaxes, et de lamelles clinorhombiques croisées. Il est évident que les cristaux uniaxes ne jouent là aucun rôle au point de

vue optique, que le phénomène de polarisation elliptique et circulaire peut s'expliquer sans eux, et par la simple superposition de lames clinorhombiques croisées à 45°. Mais il est certain que la forme quadratique, sans aucun mélange, existe dans le séléniate après sa transformation, dans le chromate où elle se rencontre, à l'exclusion de toute autre, et même dans le sulfate dans lequel on trouve, comme je l'ai dit, de minces lamelles carrées parfaitement uniaxes. Il est donc infiniment probable que les phénomènes complexes qu'on observe dans le sulfate, sont dus à deux formes géométriques différentes, la prédominance appartenant tantôt à l'une, tantôt à l'autre.

En jetant un coup d'œil sur la figure 9, on voit de suite que, malgré l'hémiédrie de l'octaèdre $d^{1/2}$, le cristal quadratique que ces lamelles font par leur empilement, ne peut pas avoir de faces hémièdres, puisque la troncature $d^{1/2}$ doit toujours se trouver suivant la diagonale du carré. Il est vrai que M. Baumhauer (1) a observé dans les cristaux du sulfate de strychnine, des figures de corrosion qui sembleraient indiquer une hémiédrie trapézoédrique, mais ces figures ne prouvent qu'une chose, c'est que le cristal n'a pas la même structure en haut qu'en bas, ce qui doit être s'il est composé d'un empilement de lames.

En résumé :

La sulfate de strychnine à $6H^2O$ est dimorphe. L'une de ses formes est quadratique, donnant un axe optique sans aucune polarisation rotatoire. Cette dernière est produite par des croisements à 45° de lames appartenant à la seconde forme, clinorhombique et identique, au point de vue géométrique, à la forme du sel à $5H^2O$, mais ayant une bissectrice à peu près normale à h^1. Peut être cette seconde forme est-elle orthorhombique, et la face p, faisant avec h^1 un angle de 102°56' appartient-elle à une face a.

C'est là un exemple bien frappant qui vient confirmer

(1) *Groth. Z. f. Kr.*, 1881, t. V, p. 577.

la théorie de M. Mallard sur la polarisation circulaire. Il reste cependant à se demander si cette théorie s'applique à tous les corps doués du pouvoir rotatoire à l'état solide, sans exception. Jusqu'ici ces corps paraissent se ranger dans deux catégories bien distinctes. Dans les uns, comme le quartz, le benzile, etc., le phénomène est d'une netteté parfaite, et aucune superposition de lamelles n'est appréciable; dans les autres, comme la prehnite, le mélange des sels de Seignette et du chromate et du sulfate de soude et d'ammoniaque, le sulfate de strychnine, etc., les rayons émergents sont en partie elliptiquement polarisés, ils montrent tous les passages possibles entre une substance biaxe et une substance uniaxe, et les lamelles qui les composent sont parfaitement apparentes. Je sais bien qu'au point de vue de la théorie, la distinction n'a qu'une valeur relative, puisque, dans un cas comme dans l'autre, on aboutit au fond au même phénomène, mais elle existe en fait et il ne serait pas possible de la négliger. Peut-être un jour, alors que nous aurons un plus grand nombre de corps de ce genre à notre disposition, pourrons-nous établir le passage d'un groupe à l'autre; mais provisoirement la question doit être réservée, et il me semble prudent de ne considérer comme doués de pouvoir rotatoire, que les corps tout à fait homogènes, et dans lesquels les rayons sont tous circulairement polarisés.

M. Friedel présente des échantillons de quartz encapuchonné du Brésil, lesquels montrent sur des faces polies artificiellement, des stries très fines, en rapport avec la direction des faces rhomboédriques.

Compte rendu des publications minéralogiques allemandes,

par M. J. THOULET.

Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, von P. GROTH, tome VII, 6e livraison.

Sur un réfractomètre destiné à la mesure des indices de réfraction et de la dispersion des corps solides, par CHARLES SORET (p. 529-546). — On connaît depuis longtemps le réfractomètre, appareil au moyen duquel Kohlrausch mesure l'indice de réfraction d'un corps plongé dans le sulfure de carbone en évaluant l'angle de réflexion totale de la lumière à la surface de ce corps. Le procédé de KOHLRAUSCH pourrait s'appliquer à l'étude de la dispersion en remplaçant la lunette par un spectroscope, cependant son auteur, tout en énonçant le principe, n'a exécuté aucune mesure de ce genre. M. Soret a été amené à continuer ce travail en modifiant l'appareil primitif; il arrive à obtenir l'indice d'une substance transparente à deux ou trois unités du quatrième ordre, pourvu que cet indice soit moindre que celui du sulfure de carbone ou de la naphtaline monobromée.

L'appareil de M. Soret, autant qu'on peut en juger sans l'avoir vu et manié, paraît compliqué et d'une manœuvre délicate ; en revanche, il est extrêmement précis, comme le prouve la comparaison des valeurs obtenues pour les indices ordinaire et extraordinaire du quartz, pour les diverses raies du spectre avec les valeurs données par M. Mascart. D'autre part, comme le nombre des substances dont on peut prendre l'indice est limité, puisque ces substances doivent avoir un indice inférieur à celui des deux liquides les plus réfringents connus, la naphtaline monobromée ou le sulfure de carbone (1.6 environ) auxquels on pourrait joindre la dissolution d'iodure de mercure dans l'iodure de potassium dont l'indice atteint

1.73, ainsi qu'il résulte des recherches de M. Goldschmidt, il semble que l'avantage reste encore à l'appareil si simple et si commode de Kohlrausch, qui, d'ailleurs, s'applique aisément au microscope Bertrand.

Notices minéralogiques, par A. Schmidt (pp. 547-554). — Étude cristallographique d'échantillons d'hématite des montagnes Hargita (Hongrie), et d'apatite de Tavetsch et de la vallée de Floiten.

Travaux de l'Institut minéralogique de l'Université de Kiel. — Datholite de Terra di Zanchetto, près de Bologne, par Th. Liweh (pp. 569-574.). — Ce minéral forme sur un gabbro décomposé, des croûtes blanches couvertes de cristaux longs de 2 à 6 millimètres, larges de 2 à 4, et épais de 2 à 3. L'auteur se livre à l'examen cristallographique de cette datholite, à laquelle une analyse chimique lui permet d'attribuer la composition suivante : H^2O 5,77 ; SiO^2 37,20 ; CaO 35,29 ; B^2O^3 21,74 = 100,00.

Influence exercée par la compression sur les cristaux biréfringents, par H. Bücking (pp. 555-569). — M. H. Bücking présente le détail des expériences dont il avait déjà annoncé les résultats principaux (*Zeitschr. der deutsh geol. Gesellsch,* 1880, 32-199), en les résumant de la façon suivante : il existe deux classes de minéraux biréfringents, les minéraux dits *analogues*, dont l'angle des axes optiques est placé dans un plan parallèle à la direction de la compression, et croît à mesure que la compression augmente dans ce plan, et les minéraux dits *antilogues*, dont l'angle axial est situé dans un plan perpendiculaire à la direction de la compression et augmente alors avec la puissance de cette compression, ou bien se trouve dans un plan parallèle à la direction de la compression, et diminue à mesure que la compression augmente.

M. H. Bücking a expérimenté sur l'apatite le béryl, la tourmaline et la sanidine ; il a placé ces minéraux taillés en plaques, entre les machoires d'une sorte d'étau pouvant se serrer à l'aide d'une vis, et gradué de manière à indi-

quer à chaque instant la compression évaluée en livres allemandes (1 Pfund = 468 grammes) ; l'étau était installé entre les nicols croisés d'un appareil de Groth, et on mesurait l'écartement des axes avec un micromètre disposé dans l'oculaire. Parfois, et pour distinguer avec plus de netteté les phénomènes optiques produits, M. Bücking se servait d'un diaphragme. Les plaques des minéraux uniaxes étaient taillées parallèlement à la base, celle de la sanidine perpendiculairement à la première bissectrice. La valeur maximum des compressions atteignait 100 livres.

Dans ces conditions, un échantillon d'apatite manifestant avant l'expérience un écartement des axes optiques de 3 à 5 degrés dans le sens de la compression, a montré un angle atteignant 17° dans un sens perpendiculaire pour une compression de 100 livres. La grandeur de l'angle des axes produit par la compression, n'est pas proportionnelle à cette compression, car, au début, l'addition d'un même nombre de livres cause une modification beaucoup plus forte que lorsque la compression est déjà très élevée. En d'autres termes, la variation de 0 à 30 ou 40 livres est bien plus sensible que celle se manifestant de 30 ou 40 livres à 100 livres. Après cessation de l'effort de compression, l'auteur observe un écartement permanent de 2 degrés.

Sur le béryl, l'angle des axes a varié de 10 degrés dans la direction de la compression à 18° dans un sens perpendiculaire pour 100 livres. Les modifications optiques se sont montrées plus sensibles, lorsque la compression a varié de 0 à 50 livres environ.

L'angle des axes de la tourmaline a changé sur un premier échantillon, de 0 à 12° pour 100 livres, et sur un second échantillon, de 5° à 8° dans des directions respectivement dans le sens de la compression et dans un sens perpendiculaire. Les changements n'ont point été permanents.

L'angle des axes de la sanidine a varié de 6° 30′ à 13°

dans des sens perpendiculaires. Une compression suivant la direction de l'axe de symétrie, se comporte comme un échauffement du cristal. Les plaques étudiées n'ont point manifesté de phénomènes permanents, cependant, lorsque la compression est rapidement élevée, l'état primitif ne revient pas immédiatement mais ne réapparaît qu'après un certain temps, ce qui montre, dit M. Bücking, que des compressions plus prolongées ou plus fortes, auraient certainement pu amener une modification durable, analogue à celle constatée par M. Des Cloizeaux, sur les orthoses déformées par la chaleur.

L'auteur explique d'une manière très simple les phénomènes observés par lui, au moyen d'une modification apportée mécaniquement par la compression aux trois axes d'élasticités maximum, moyenne et minimum, de l'ellipsoïde d'élasticité, axes dont les valeurs subissent un intervertissement, et passent alors des uns aux autres. M. Bücking se propose de continuer l'étude de ces phénomènes qui intéressent la minéralogie en général et surtout le diagnostic au microscope des éléments constitutifs des roches, à l'aide de directions d'extinction entre les nicols croisés, diagnostic dont le caractère définitif et absolu, tel qu'on a voulu le lui attribuer, est aujourd'hui si vivement contesté. C'est dans ce but que je prendrai la liberté de faire remarquer à l'auteur que le dispositif dont il s'est servi en mesurant l'écartement des axes au moyen d'un micromètre placé dans l'oculaire, laisse beaucoup à désirer, car avec l'instrument de M. E. Bertrand, qui présente de bien meilleures conditions, on répond à peine de 1 à 2 degrés. Il serait à souhaiter que des expériences fussent reprises sur des plaques plus minces, non composées, comme c'était le cas, de plages multiples souvent anormales, que les compressions mécaniques soient plus élevées, afin d'être comparables à celles produites par l'application de la chaleur, ce qui ramènerait aux actions éprouvées par les roches, et enfin que ces compressions soient exercées

pendant assez longtemps pour qu'on soit en droit d'affirmer ou de nier définitivement la permanence des déformations optiques. Bien des théories pétrologiques devraient subir de très profondes modifications, le diagnostic optique des minéraux se ferait avec un peu moins d'assurance, mais, par contre, la comparaison des chiffres obtenus avec les coefficients de dilatation des minéraux et des roches et en général avec l'ensemble des propriétés physiques, permettrait d'obtenir de précieuses données numériques, par conséquent indiscutables sur la genèse des magmias rocheux, et les conditions physiques sous l'influence desquelles se sont accomplies les liquations qui ont individualisé les éléments minéralogiques cristallins de ces roches.

Sur un cristal de stéphanite de Wheal Newton (*Cornouailles*), par W. J. Lewis (pp. 574-580). — L'auteur joint à l'étude cristallographique de ce minéral un calcul exprimant l'erreur d'excentricité commise en mesurant un cristal par la méthode de Miller. La correction à faire sur l'angle mesuré ne dépasse jamais la valeur de la moitié de l'angle sous lequel apparaît des signaux, la distance séparant les deux positions de l'arête.

Recherches sur quelques corps organiques, par F. Grünling (pp. 580-586).

Formes du camphre bibromé, par V. v. Zepharovich (pp. 587-590).

Forme cristalline du terpénylate d'éthyle (*Terpenylsæureæthylæther*, par A. Fock (p. 590).

Forme cristalline de l'acide nitrovalérianique (*Nitrovaleriansæure*), par A. Fock (p. 590).

Apatite de Striegau, par C. Hintze (p. 591).

Supplément à l'étude de la Danburite de Scopi, par C. Hintze (p. 591). — Mesures d'angles cristallins non constatés par Brush et Dana, sur la Danburite des Etats-Unis.

Recherches chimiques sur le plomb molybdaté, par

P. Groth (pp. 592-594). — La couleur rouge des wulfénites ne provient pas, comme on l'avait supposé, d'un mélange de chromate de plomb puisque l'analyse chimique prouve que cette coloration se voit aussi bien sur des échantillons contenant du chrome que sur des échantillons ne renfermant aucune trace de ce corps. On doit attribuer cette coloration à une substance qui ne dépend en rien de la teneur en chrome et appartient vraisemblablement à la classe des pigments organiques. Cette opinion est confirmée par le fait que les cristaux de wulfénite de couleur orangée provenant de l'Utah, se décolorent assez rapidement par l'exposition à la lumière.

Sur la Cordiérite incolore du Brésil, par P. Groth (p. 594). — Un échantillon de minéral supposé être de la topaze dite « Pingos d'agoa » (goutte d'eau), est en réalité une Cordiérite incolore ; cependant il n'en est pas toujours ainsi pour toutes les soi-disant topazes du Brésil, qui sont le plus souvent de véritables topazes et parfois du quartz.

Observations optiques sur le disthène, par Otto Kern (p. 595).

Impr. Paul Bourrez, 5, R. de Lucé. Tours.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE

ANNÉE 1884. — BULLETIN N° 2.

Compte-rendu de la séance du 14 février 1884

PRÉSIDENCE DE M. CORNU.

M. le Président adresse à la Société ses remerciements pour l'honneur qu'elle lui a fait en le portant à la présidence.

Il annonce ensuite deux présentations.

M. Arnaud DE GRAMONT, 91, rue de l'Université, Paris, présenté par MM. Friedel et Michel, est nommé membre de la Société.

M. Em. Bertrand présente la note suivante :

Berzéliite des Mines de Nordmark, Wermland (Suède),

par M. L.-J. IGELSTRÖM.

La Haussmannite a été trouvée il y a vingt ans dans le calcaire dolomitique des terrains primitifs de Suède, aux mines de Longban, Pajsberg, Jakobsberg et Sjögrufvan.

En 1878, M. A. Sjögren a trouvé le même minéral dans les mines de fer de Nordmark, en Mossgrufvan, et il a publié une note sur ce sujet (1). La Haussmannite se trouve

(1) *Geologiska Foreningens i Stockholm Förhandlingar*, 1878, p. 156.

à Nordmark, ainsi que dans les autres localités citées plus haut, en si grande quantité qu'on peut l'exploiter industriellement pour la fabrication du verre et de l'acier.

La Haussmannite est accompagnée, en Suède, par plusieurs minéraux rares, plomb natif, cuivre natif, monimolite, atopite, ganomalite, chondroarsénite, hyalophane, ekdémite, hédyphane, Bräunite, manganophyll, téphroïte, manganosite, pyrochroïte, manganbrucite, barylite, rhodonite, etc., etc... On a trouvé aussi la Berzéliite qui a été découverte par Kühn à Longban, en 1840, mais non dans les autres mines.

M. A. Sjögren a trouvé à Nordmark, avec la Hausmannite, différents minéraux, mais pas la Berzéliite. Je l'ai trouvée cette année dans les masses de minerai apportées des mines de Nordmark, autour de Mossgrufvan. Dans ces masses de Haussmannite, j'ai observé une veine de quelques centimètres de largeur, formée d'un minéral jaune dont l'aspect extérieur paraît semblable à celui de la Berzéliite ou de la chondroarsénite. Une analyse chimique m'a montré que c'était de la Berzéliite. Un examen plus attentif m'a fait reconnaître que ce minéral se trouve très ordinairement dans les masses de Haussmannite de Nordmark, en petits grains jaunâtres, dans les veines de calcite. Ces grains sont généralement si petits qu'on ne peut les voir qu'au microscope. Ces veines de calcite et de Berzéliite se trouvent aussi dans la Braunite, quelquefois dans la proportion de deux tiers de Berzéliite, le reste étant de la Haussmannite et de la calcite.

La Berzéliite de Nordmark est transparente, de couleur jaunâtre, elle ne noircit pas étant chauffée au chalumeau, ne donne pas d'eau dans le tube, conserve sa transparence et sa couleur, donne au chalumeau un peu de plomb et des fumées arsénicales. Elle est très soluble dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide azotique, elle l'est également dans l'eau régale très étendue. Elle ne contient pas de chlore, d'acide sulfurique, ni d'acide phosphorique ; on n'y

distingue aucune forme cristalline. Au microscope, à un grossissement de soixante fois, elle apparaît comme des grains jaunes très purs, renfermant de petits grains disséminés de Haussmannite.

L'analyse I a été faite avec la Berzéliite pure, triée soigneusement; sur 0gr,255, employés pour cette analyse, il n'est resté que quelques milligrammes de Haussmannite insoluble dans l'acide chlorhydrique.

Pour l'analyse II, faite sur 1gr,97, le triage n'a pas été fait aussi exactement, et l'analyse porte sur le mélange.

				Oxygène
I.	As^2O^5	57,80		20,10
	CaO	25,25	7,21	13,99
	MgO avec un peu de MnO	16,95	6,78	
	Pb et Cl	traces		
		100,00		

II.	CO^2	0,1182
	CaO	0,4314
	MgO	0,2818
	FeO	0,0360
	MnO	0,0300
	Haussmannite insoluble	0,3170
	Pb et Cl	traces
	As^2O^5	0,6556
		1,9700

Cette analyse peut se transformer ainsi :

Impureté	Calcite et dolomie	0,2479	0,6309
	Haussmannite	0,3170	
	Protoxdes de fer et de manganèse	0,0660	
Berzéliite	As^2O^5	0,7556	1,3391
	CaO	0,3530	
	MgO	0,2305	
			1,9700

En rapportant à 100 on trouve pour la Berzéliite :

		Oxygène.	
As^2O^5.	56,43	19,62	
Ca O	26,56	7,58	14,38
Mg O.	17,01	6,80	
Pb et Cl	traces		
	100,00		

On voit que ces analyses s'accordent avec celles de Kühn, le rapport entre l'oxygène de la chaux et de la magnésie, et l'oxygène de l'acide arsénique est 1 : 1 1/2.

On doit donc adopter la formule donnée par Dana (*a System of mineralogy*, by J. D. Dana, page 545).

$$(CaO, MgO, MnO)^{10} (As^2O^5)^3$$

et non pas la formule $(CaO, MnO)^3 As^2O^5$ donnée par A. Erdmann (A. Erdmanns Lärobok i Mineralogi) et C. F. Naumann (Elemente der Mineralogie, 1877).

Cependant M. W. Lindgren (1) a découvert à Longban une Berzéliite qui donne exactement la formule d'un ortho-arséniate $(CaO, Mg O, Mn O)^3 As^2O^5$.

Cette Berzéliite a la même apparence que l'ancienne, et se comporte de même au chalumeau ; mais elle est biréfringente, tandis que l'ancienne est monoréfringente.

La Berzéliite de M. Lindgren se trouve d'ailleurs dans une gangue différente, formée de calcite d'une couleur claire, brune rougeâtre, avec mica manganésifère très dichroïque, et aussi avec une veine de Haussmannite.

M. Lindgren dit dans sa note :

« On a d'abord réuni la Berzéliite biréfringente et la « Berzéliite monoréfringente, cependant ces deux variétés

(1) *Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar*, ar. 1881, page 554.

« se distinguent encore par la manière dont elles se pré-
« sentent dans des gangues différentes. »

Ces différences dans les propriétés biréfringentes de ces deux variétés de Berzéliite sont comparables à celles qui ont été signalées par M. Des Cloizeaux pour la Gadolinite.

La présence du plomb et du chlore peut faire supposer que la Berzéliite est peut-être un produit d'altération d'un autre minéral.

Il serait intéressant d'examiner de nouveau les deux variétés de Berzéliite.

Il ne serait pas étonnant de rencontrer à Jakobsberg la Berzéliite, ou un minéral analogue, car les minéraux que l'on y trouve sont de même nature que ceux de Longban, Pajsberg, etc., et j'y ai trouvé des minéraux renfermant de l'acide arsénique.

A la suite de cette communication, M. Emile Bertrand présente la note suivante :

Propriétés optiques de la Berzéliite,

par M. Emile Bertrand.

J'ai examiné autrefois la Berzéliite de Longban, et j'ai pu constater, comme l'avaient fait MM. Sjögren et Lindgren, que ce minéral est tantôt monoréfringent, tantôt biréfringent.

M. Igelström m'ayant prié d'examiner optiquement la nouvelle Berzéliite qu'il a découverte à Nordmark, j'ai repris en même temps l'étude de l'ancienne Berzéliite, et j'ai pu constater que ces deux variétés présentaient des caractères optiques très différents.

La Berzéliite de Longban, que l'on trouve en morceaux relativement assez gros, présente, pour un même mor-

ceau, des parties monoréfringentes et des parties biréfringentes ; mais la biréfringence est excessivement vague et variable, et quoique j'aie taillé un très grand nombre de lames dans des directions très différentes, je n'ai jamais pu observer de courbes d'interférence.

Il n'en est pas de même pour la Berzéliite de Nordmark, qui est toujours fortement biréfringente et présente des caractères optiques très nets et toujours identiques.

La Berzéliite de Nordmark possède deux axes optiques, dont l'écartement dans l'air est d'environ 2 E = 140°. Cette mesure étant faite au micromètre n'est qu'approximative.

La bissectrice aiguë est positive, $\rho < v$. Elle se présente en grains toujours arrondis, très petits, sans aucune forme cristalline. Cependant en examinant à la loupe un très grand nombre de ces grains, j'en ai trouvé un qui présentait deux faces planes parallèles.

Examiné au microscope en lumière convergente, j'ai pu constater que la bissectrice obtuse négative était exactement perpendiculaire aux faces planes. N'ayant observé d'ailleurs aucune dispersion, il est probable que la Berzéliite de Nordmark appartient au système orthorhombique.

M. Des Cloizeaux présente la note suivante :

Note sur une zéolite d'une roche pyroxénique du bassin de l'Abaété (Minas-Géraës, Brésil),

par M. H. Gorceix.

Autant les roches franchement éruptives sont fréquentes dans les Cordillères des Andes et leurs divers contreforts qui descendent sur le territoire de la République Argentine, autant elles sont rares sur l'immense territoire de l'em-

pire du Brésil. Mettant de côté les granites et les roches appartenant à la même famille, je n'en connais jusqu'à présent de bien caractérisées que dans la province de Rio Grande do-Sul où on trouve une série de diabases, mélaphyres, porphyres et même de basaltes, sur le plateau qui s'étend de la ville de Bagé à celle de Caçapava (j'en ai remis une petite collection au Collège de France); dans l'île de Fernando de Noronha, d'où feu le géologue Hartt a rapporté des échantillons de trachyte, d'eurite et d'un basalte très riche en péridot. Partout ailleurs elles ne sont représentées que par des séries de roches dioritiques apparaissant soit en blocs isolés, au milieu des schistes et micaschistes décomposés, soit en couches intercalées dans les gneiss.

Un fait analogue a lieu pour les zéolites si nombreuses dans les porphyres du Chili, et qu'au Brésil, jusqu'alors seument, je pouvais signaler, dans la province de Saint-Paul où, près de la ville de Santa Barbara, on trouve dans des diorites des cristaux volumineux d'apophyllite. Il y a déjà quelques années, un ancien élève de l'École des mines d'Ouro-Preto a rapporté d'un voyage d'excursion dans la région de l'Abaété des échantillons d'une roche verdâtre en partie altérée, d'aspect amygdalaire contenant une quantité considérable de nodules blancs dont la grosseur varie de la tête d'une épingle à celle d'un pois.

Quelques-uns de ces nodules sont creux, en formant de petites géodes, et les cristaux, y deviennent apparents, mais en restant de dimensions très petites.

La substance blanche qui constitue les nodules fait gelée avec l'acide azotique, fond facilement en verre bulleux et donne de l'eau dans le tube ; sa densité est de 2,15; sa forme cristalline paraît être celle d'un prisme droit à base rhombe, avec modifications sur les arêtes latérales et celles de la base.

Divers essais ont donné les résultats suivants pour la composition ;

	I.	II.
SiO^2	47,5	46,9
Al^2O^3	20,6	21,5
Fe^2O^3	1,1	2,4
CaO	7,6	7,0
MgO	3,1	2,3
KO	4,4	4,6
NaO	0,8	1,6
HO	15,0	15,0
	100,1	101,3

Dans un troisième essai incomplet, les proportions centésimales des éléments dosés ont été :

SiO^2	46,7
Al^2O^3	21,7
Fe^2O^3	3
CaO	8,2
MgO	1,7

L'analyse n° 1 a été faite sur une petite quantité de matière triée avec soin ; malgré cela, l'oxyde de fer trouvé peut provenir d'un léger enduit jaunâtre qui reste sur quelques fragments ; pour les deux autres, le triage avait été fait avec moins de précautions.

Cette composition se rapprocherait de celle de la Christianite et n'en différerait que par la présence d'une quantité notable de magnésie qui est citée par M. Des Cloizeaux, dans son *Manuel de Minéralogie*, seulement pour la Christianite d'Aci Castello. Je ne crois pas que cette base provienne d'impuretés ou de mélanges, car elle a été trouvée en moindre quantité dans les deux essais où les échantillons pouvaient contenir quelques particules de la matière verte au milieu de laquelle sont placés les nodules. Cette matière verte est en partie altérée, mais on peut en séparer de très petits cristaux jaunâtres, de densité com-

prise entre 3 et 3,3, fondant plus difficilement que l'amphibole en émail noir, non attaqués par l'acide azotique, sans dichroïsme sensible, et présentant les angles d'extinction du pyroxène. La roche me paraît donc formée essentiellement de pyroxène et de Christianite.

Extraits de minéralogie,

par M. Des Cloizeaux.

Ganomalite. — Le silicate de plomb et chaux de Longban, auquel ce nom a été donné par M. Nordenskiöld, et dont une courte description a été publiée en 1878 dans le n° 1 de notre Bulletin, a été retrouvé depuis cette époque à la mine de Jakobsberg.

M. Sjögren annonce qu'il a observé des cristaux offrant la combinaison des formes quadratiques *m* (110), h^{53} (410), $b^{1/2}$ (111), *p* (001), avec *m* $b^{1/2}$ 135° environ. Double réfraction énergique à un axe *positif*. La croix qui traverse les anneaux se disloque plus ou moins, ce qui m'avait fait croire autrefois que la substance possédait deux axes très rapprochés. Dens. 5,72 à 5,76 (Lindström, poudre traitée par la liqueur de Thoulet).

Deux analyses, l'une *a*, moyenne de deux opérations faites sur la variété de Longban, par J. Wiborgh, l'autre *b*, de la variété de Jakobsberg, par Lindström, ont donné :

	SiO^2	PbO	CaO	MnO	Perte au feu et mat. étrangères.
a.	20,40	69,42	9,89	»	0,29 = 100
b.	18,33	68,80	9,34	2,29	1,24 = 100

Dans l'analyse *b*, la perte au feu a été de 0,57 et les matières étrangères se composaient de très petites quantités d'alumine, d'oxyde ferrique, d'oxyde cuivrique,

de magnésie, de potasse, d'acide phosphorique et de chlore (1).

Téphroïte. — On a trouvé récemment à Longban de très petits cristaux de téphroïte, sur lesquels M. Sjögren a observé une combinaison de formes dont les symboles, rapportés au type adopté dans mon « *Manuel de Minéralogie* », sont : p (001), $e^{10/9}$ (9. 0. 10), e^1 (101), $e^{1/2}$ (201), m (110); $b^{1/2}$ (111); e_3 (211), $\lambda = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ g^1)$ (311). A l'exception de $e^{10/9}$ dont les angles calculés sont $p\ e^{10/9} = 157°30'$, $e^1\ e^{10/9} = 177°48'$, toutes ces formes sont connues dans le péridot. En partant des données $pe^{1/2} = 137°23'$, $p\ b^{1/2} = 137°59'$, d'où a : b : c = 0,4600 : 1 : 0,5937, leurs incidences diffèrent seulement de quelques minutes de celles que M. de Kokscharow a obtenues pour l'olivine du fer de Pallas.

Les cristaux de Longban paraissent très purs, car leur analyse a fourni à M. Wiborgh : SiO^2 31,39 MnO 65,34 MgO 3,15 = 99,88.

Ces observations confirment pleinement l'isomorphisme de la téphroïte et de l'olivine dont j'avais annoncé l'existence dans le premier fascicule du 2e volume de mon « *Manuel de Minéralogie* », page X (2).

Brucite artificielle. — En 1879, M. Weisbach a reconnu que des dépôts en plaques minces, formés dans une chaudière à vapeur du puits *Einigkeit*, près Zwickau, se composaient en partie de Brucite pure. M. Otto Luedecke y a constaté en outre du carbonate et du sulfate de chaux. La Brucite se présente en petites tables hexagonales $m\ p$, de 1 millimètre de diamètre, à éclat nacré sur la base. Au microscope polarisant, croix noire *positive* très nette (Dx). Infusible au chalumeau ; chauffée avec du nitrate de cobalt, devient rouge. Dens. = 2,32 (Weisbach).

Un échantillon de l'eau qui sert à alimenter la chaudière

(1) *Geologiska Föreningens de Stockholm* nos 82 et 83, t. VI, 1883.
(2) *Geologiska Föreningens de Stockholm*, no 82, t. VI, p. 538, 1883.

du puits *Einigkeit*, au Brückenberg, essayé en 1878 par MM. Alberti et Hempel, de Magdebourg, a laissé un résidu fixe de 0,3751 p. 0/0 qui contenait : CaO SO^3 0,0890 CaO CO^2 0,0830 MgCl 0,1821 NaCl 0,0210 (Weisbach, *Verhandl. des Bergm. Vereins*, séances des 18 déc. 1879, 26 oct. 1882, et 12 avril 1883; et *N. Jahrb. f. Miner.*, etc., 2e vol., 1883; O. Luedecke, *Zeitsch. f. Kryst.*, etc., t, VII, 5e liv. 1883).

M. A. Michel Lévy présente les notes suivantes :

Note sur le chloritoïde du Morbihan,

par M. Charles Barrois.

Les terrains primitifs du département du Morbihan présentent, dans les cantons de Sarzeau et de Muzillac, un faisceau de couches schisto-cristallines, long de 80 kilomètres sur 4 kilomètres de large, remarquable par la variété des minéraux métamorphiques qu'il contient.

Ces couches s'étendent de l'île de Groix (1) à l'embouchure de la Vilaine, formant presque en entier la presqu'île de Rhuis. On trouve ainsi, en très grande abondance dans cette presqu'île, un minéral peu connu, formant partie essentielle des roches, et qui nous paraît être le chloritoïde de Fiedler. Nous recommanderons spécialement, pour son étude, les falaises de Saint-Gildas de Rhuis, les rochers de Penvins et la côte de Damgan.

Ce minéral est en cristaux tabulaires, de grandeur très variable, bleu verdâtre foncé, clivable suivant la base; souvent il est distribué irrégulièrement dans le schiste, à la façon des cristaux de chiastolithe des schistes maclifères, et des ottrélites des schistes ottrélitifères ardennais.

(1) Voyez, pour le chloritoïde de Groix, les notes de M. von Lasaulx (*Société des Sciences naturelles de Bonn*, 3 décembre 1883). et de l'auteur (*Société géologique du Nord*, t. XI, 1883).

La ressemblance de la roche avec ces schistes à ottrélite des Ardennes est alors telle, que je les avais assimilés sur le terrain; et en fait, il reste parfois très difficile de les distinguer à l'œil.

Les lamelles que nous rapportons au chloritoïde varient en moyenne de 1 à 10 millimètres dans les divers lits de schiste; une même couche schisteuse contient des cristaux de diamètre sensiblement constant. La forme de ces lamelles est difficile à reconnaître exactement, elles sont généralement contournées, ridées, curvilignes, irrégulières; elles ne m'ont pas présenté de contour polygonal régulier. La forme rhombique d'un certain nombre de ces tables me paraît due à des clivages suivant les faces d'un prisme, presque normal à la base.

Ces tables se divisent beaucoup plus facilement toutefois suivant leur base, donnant naissance à des lamelles de clivage plus ou moins fines. Ces lamelles ressemblent à celle des micas, mais sont toujours moins fines, plus dures, et cassantes au lieu d'être élastiques et flexibles (Sprödglimmer de Tschermak). Elles sont translucides, et ont un éclat faiblement nacré; ces lamelles se cassent suivant d'autres clivages déjà mentionnés, suivant lesquels elles ont un éclat résineux. Ces clivages présentent sur le plan du clivage principal une très faible obliquité; leur angle plan mesuré au microscope sur les lames minces taillées suivant la base, et sur un certain nombre de lamelles de clivage suivant *p*, m'a donné pour moyenne 121°, valeur qui ne s'écarte guère des prismes de 120° que MM. Tschermak et Sipöcz adoptent pour la plupart des clintonites.

Observations microscopiques : Le clivage suivant *p*, moins facile que dans les micas, est plus facile toutefois que dans l'ottrélite des Ardennes; il est du reste facilité, ou plutôt exagéré par sa coïncidence avec une macle très commune dans l'espèce. Ces cristaux tabulaires sont formés de lames hémitropes empilées parallèlement au clivage principal; mais avec pénétration et rotation de 120°

autour d'un axe perpendiculaire à p, autant qu'on en peut juger. Cette macle est donc analogue à celle des micas.

Les sections minces taillées parallèlement à la base p, ou les lames obtenues par le clivage assez facile dans cette direction, s'éteignent suivant les diagonales des clivages prismatiques, plus difficiles. Bissectrice un peu oblique sur p, dispersion horizontale considérable, la bissectrice se meut dans le plan bissecteur de l'angle aigu des clivages difficiles : elle est positive (γ) (1). Le plan des axes optiques est sensiblement parallèle au plan bissecteur de l'angle obtus des clivages difficiles.

$$2V = 45 \text{ à } 55^\circ ; \rho > \nu$$

Ces lamelles sont très dichroïques, elles m'ont montré les teintes suivantes quand le plan principal du polariseur coïncide avec :

α . . .	vert-olive
β . . .	bleu-indigo

Les sections taillées suivant p sont toujours maclées, elles présentent des extinctions symétriques à 30° de chaque côté de la ligne de macle m.

Dans les préparations microscopiques, le plus grand nombre des sections est oblique à p; elles ont alors la forme de parallélogrammes très allongés, passant du jaune-verdâtre au vert-bleuâtre : les bords allongés de ces parallélogrammes sont des droites remarquablement nettes, mais les deux autres extrémités sont des lignes brisées, déchiquetées, dentelées suivant les clivages. Dans les plaques taillées perpendiculairement au clivage facile, les sections en zones suivant pg^1 et $h^1 g^1$ montrent, en outre des traces parallèles de ce clivage, de longues bandes diversement colorées qui leur sont parallèles : ces bandes

(1) Nous appelons α, β, γ, les axes d'élasticité maxima, moyenne et minima.

hémitropes sont beaucoup moins serrées que les traces des clivages, et habituellement au nombre de 4 à 5 par individu cristallin; elles sont habituellement maclées de telle façon qu'à une face donnant les couleurs jaune et verte, s'associe une face donnant les couleurs jaune et bleu.

Faces parallèles à $\alpha\gamma$: Clivage facile p à traces très rapprochées, extinctions nettes et franches sensiblement parallèles et perpendiculaires à ces traces. Les sections bien choisies sont parallèles au plan des axes optiques; en lumière convergente, l'extinction se manifeste par une ombre générale sans trace noire rectiligne.

Ces lamelles dichroïques montrent:

Suivant α . . . . . vert-olive.
Suivant γ . . . . . jaune-verdâtre-pâle.

Les lamelles maclées, associées suivant p, avec légères pénétrations irrégulières, présentent des propriétés optiques analogues à celles des sections parallèles à $\beta\gamma$.

Faces parallèles à $\beta\gamma$: L'extinction en lumière parallèle ne se fait pas nettement; les plaques passent du jaune verdâtre au bleu foncé, au violet et enfin au vert jaunâtre. Si, à la place de la lumière blanche, on cherche les extinctions en lumière bleue, puis en lumière rouge, on constate:

En lumière bleue: Une extinction à 9° des traces du clivage facile p.

En lumière rouge: Une extinction à 25° de ces traces.

Il y a donc dispersion considérable des axes β et γ dans le plan bissecteur de l'angle aigu des clivages difficiles.

En lumière convergente blanche, la trace du plan des axes optiques, au lieu d'être jalonnée par une ligne noire, est remplacée par des bandes colorées.

Ces lamelles dichroïques montrent:

Suivant β . . . . . bleu-indigo.
Suivant γ . . . . . jaune-verdâtre-pâle.

Coordination des observations précédentes : Il résulte de ce qui précède que l'axe de plus grande élasticité α ne subit pas de dispersion sensible, tandis que les axes β et γ subissent une dispersion considérable dans le plan bissecteur de l'angle aigu des clivages difficiles.

Il y a donc lieu de supposer que le chloritoïde en question est monoclinique, que α se confond en direction avec l'orthodiagonale, et que β et γ se meuvent dans le plan g^1 de symétrie. Il est difficile de mesurer les angles p m; ils paraissent voisins de 90°.

Dans cette hypothèse : α coïncide avec ph^1, β fait dans le plan g^1 un angle variable avec pg^1.

Savoir :	β rouge	25° à 28°
	β bleu	8° à 11°

γ bissectrice de l'angle aigu des axes optiques, fait les mêmes angles avec l'arête mm.

Le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1.

Ce minéral est peu biréfringent, doué d'une double réfraction assez faible; en lumière naturelle il présente l'aspect rugueux des minéraux durs.

Tous ces caractères démontrent une étroite parenté entre ce minéral et le chloritoïde de Fiedler, la masonite de Jackson, la sismondine de Delesse, l'ottrélite de Dethier, en un mot avec le groupe des clintonites de MM. Tschermak et Sipöcz. La connaissance détaillée de l'ottrélite, due à MM. Renard et de la Vallée-Poussin (1), nous donne des caractères distinctifs avec ce minéral de Rhuis, de Groix, dont les plus grandes analogies restent avec la série du chloritoïde, telle qu'elle est limitée par MM. Tschermak et Sipöcz (2). Les analogies avec le chloritoïde sont la forme

(1) A. Renard et de la Vallée-Poussin : *Note sur l'ottrélite, Ann. soc. géol. de Belgique*, t. IV, Mém., p. 51.

(2) Tschermak et Sipöcz : *Die Clintonit-Gruppe, Sitz. der k. Akad. d. Wissens.*, Wien, Bd. LXXVIII, nov, 1878, p. 23.

monoclinique, avec prisme d'environ 120° ; le clivage facile suivant *p* donnant naissance à des lamelles très dures, deux clivages difficiles suivant les faces du prisme ; l'assemblage des macles suivant la base avec rotation de 120° ; le signe positif de la bissectrice ; l'inclinaison de γ sur l'axe vertical de symétrie. La seule différence notable consiste en ce que les lamelles de clivage m'ont permis de voir les deux axes optiques, tandis qu'elles n'ont laissé voir qu'un des axes à M. Tschermak. La position des axes optiques est en outre suivant le plan de symétrie, d'après M. Tschermak, tandis qu'il nous paraît coïncider avec h^1.

L'analyse chimique du minéral de Groix, que M. Renard a bien voulu faire pour moi, est venue, je crois, fixer cette question, en montrant l'identité de composition du chloritoïde du Morbihan, avec les échantillons qui ont été analysés par MM. Sipöcz (1), von Kobell (2), von der Marck (3).

Chloritoïde du Grippe (Ile de Groix).

SiO^2	24,90
Al^2O^3 . . .	40,36
FeO	26,17
MgO	2,54
H^2O	6,23
	100,20

Ce qui correspond à la formule :

$$H^2 FeMg (Al^2) SiO^7$$

C'est pour moi un agréable devoir d'adresser ici mes remerciements à M. Michel-Lévy et à M. Renard, qui ont

(1) Sipöcz et Tschermak ; l, c., p. 16.

(2) Voyez les analyses de von Kobell, Smith, Bonsdorff, Hermann, dans la Minéralogie de M. Des Cloizeaux, p. 404.

(3) Von der Marck : *Verh. d. nat. Ver. Rheinl.*, Jahrg. XXXV, 4 Folge, V Bd., p. 260.

bien voulu m'aider dans l'étude de ce minéral. Je dois à M. Renard l'analyse du chloritoïde, et à M. Michel Lévy de nombreux conseils pour l'étude des caractères optiques.

Note sur la biréfringence de quelques minéraux ; application à l'étude des roches en plaques minces,

par M. Michel Lévy.

L'étude optique des minéraux contenus dans les plaques minces des roches éruptives et cristallines peut être souvent simplifiée et précisée par la détermination approximative de leur biréfringence maxima au moyen des procédés d'application facile que j'ai décrits récemment (1).

Quand un minéral se présente dans la plaque mince, suivant de nombreuses sections orientées dans tous les sens, il suffit de choisir la plus biréfringente de ces sections et de lui appliquer les procédés de mesure en question ; on est d'ailleurs confirmé dans cette recherche par l'orientation des contours extérieurs, des traces de clivages faciles, par les images que présente la section en lumière convergente, par les extinctions en lumière parallèle et enfin par le signe de chacune des deux directions d'extinction.

La liste suivante donne la valeur numérique de la biréfringence maxima pour un certain nombre de minéraux qui, à ma connaissance, n'ont pas été étudiés à ce point de vue par les procédés habituels. Cette valeur est une moyenne entre les différentes valeurs de la biréfringence afférentes aux divers rayons du spectre. Elle représente la différence entre le plus grand et le plus petit indice de réfraction de chaque minéral étudié dans le voisinage des rayons jaunes.

(1) *Bull. de la Soc. minér. de France*, n° 6, 1883.

Les minéraux colorés et polychroïques de cette série ont été étudiés en plaques très minces de $0^{mm},01$ à $0^{mm},03$: leur coloration propre est alors négligeable ou peut être corrigée par l'emploi devant le comparateur de verres colorés très pâles.

Les résultats numériques ci-joints, ainsi que ceux qui se rapportent aux minéraux déjà étudiés, dont on connaît les indices principaux de réfraction, peuvent être coordonnés sur une épure à grande échelle analogue à la planche jointe au mémoire précité (1883, page 143). On peut alors prévoir à première vue, pour une plaque mince, d'épaisseur mesurée, les teintes qui donneront les principaux minéraux usuels des roches dans leurs sections les plus biréfringentes.

Ce seul caractère permet de distinguer immédiatement entre eux des minéraux dont les autres propriétés optiques sont semblables : ainsi dans les plaques minces d'épaisseur habituelle ($0^{mm},02$), le *zircon* donne au maximum l'orangé rougeâtre de deuxième ordre ($\alpha - \gamma = 0,050$); le *rutile* au contraire ne présente plus de polarisation chromatique et montre entre les nicols croisés la même apparence que dans la lumière naturelle ($\alpha - \gamma = 0,287$).

Parmi les minéraux énumérés dans la liste ci-jointe, on remarquera le même caractère différentiel commode entre l'enstatite et l'hypersthène d'une part, et le pyroxène de l'autre, dont la biréfringence est plus de deux fois plus considérable, entre la zoïsite et l'épidote, etc.

	Couleur en plaques de $0^{mm},03$	Face étudiée parallèle au plan des axes optiques.	Biréfringence maxima $\alpha - \gamma$
Zoïsite du Tyrol.	Gris-bleu de 1er ordre.	g^1	0,0054
— de Ducktown, (Tenessee).			0,0057
Humboldtilite de la Somma.	Gris-bleu	Perpendiculre à p.	0,0058

	Couleur en plaques de 0mm,03	Face étudiée parallèle au plan des axes optiques.	Biréfringence maxima $\alpha - \gamma$
ENSTATITE de la lherzolite de Lherz. ENSTATITE des nodules à olivine, des basaltes des plateaux d'Auvergne.	Jaune clair.	g^1	0,010
HYPERSTHÈNE d'Arvieu (Aveyron), brun très pâle, en plaque très mince.	Jaune brillant	g^1	0,0145
ANORTHITE des amphibolites du Min Guisenot, près Marmagne (Saône-et-L.)	Jaune orangé	»	0,013
WOLLASTONITE des nodules calcaires d'Aphroessa, Santorin.	Rouge orangé.	g^1	0,016
SILLIMANITE des gneiss granulitiques de Marmagne (Saône-et-Loire).	Indigo de 2e ordre.	h^1	0,020 à 0,022
GLAUCOPHANE des schistes de Groix, de l'éclogite de Versoix, de la Gastaldite.	Indigo.	g^1	0,0199 0,0209 0,0240
TOURMALINE bleue des filonnets de pegmatite dans les gneiss de Chapey (Saône-et-Loire).	Bleu.	Parallèle à l'axe optique.	0,0230
HORNBLENDE d'un brun très pâle, dans les amphibolites du Min Guisenot.	Bleu verdâtre	g^1	0,0240
TRÉMOLITE du Zambèse	Vert.	g^1	0,0265

	Couleur en plaques de $0^{mm},03$	Face étudiée parallèle au plan des axes optiques.	Biréfringence maxima $\alpha - \gamma$
MUSCOVITE ($2E = 78°$) de la granulite de Montchanin (Saône-et-Loire).	Orangé violacé.	Perpendicul^re à g^1 et à p.	0,0354
TALC de Sibérie, des porphyres de Saint-Honoré (Nièvre).	Bleu.	Perpendicul^re à p.	0,038 à 0,043
FAYALITE artificielle d'un laitier de haut-fourneau.	Bleu verdâtre	h^1	0,043
MÉROXÈNE (mica vert à un axe) de la Somma.	Bleu de 3e ordre.	Perpendicul^re à p.	0,0404
EPIDOTE du Tyrol, d'une ophite de Lherz, des schistes de Groix.	Carmin pourpre.	g^1	0,0470 0,0545 0,0560
BIOTITE très pâle, à un axe des salbandes de la microgranulite de Pranal (Puy-de-Dôme).	Vert bleuâtre de 4e ordre.	Perpendicul^re à p.	0,060

L'épidote présente en général une biréfringence très forte ; mais cette biréfringence est susceptible parfois de variations considérables dans une seule et même plage dont les autres propriétés optiques restent d'ailleurs sensiblement constantes. Nous avons pu faire cette observation dans l'épidote des schistes à glaucophane, des cornes vertes du Beaujolais, enfin de la roche de contact entre le granite et le gneiss de Cabre près Vic-Dessos (Ariège). Nous choisirons le dernier exemple qui est probant. L'épidote y est associée au pyroxène (en partie transformé en amphibole), au sphène, au quartz, à la chlorite, à la calcite et parfois au

graphite ; elle contient des inclusions gazeuses et aqueuses à bulle mobile.

Elle constitue des prismes très allongés suivant l'arête ph^1 : les faces les plus développées sont pa^1. La plupart des cristaux présentent une mâcle suivant h^1. Le plan des axes optiques, transversal à l'allongement, est parallèle à g^1 ; la bissectrice négative se confond, à 2° près, avec la trace du plan d'assemblage de la mâcle h^1, et fait un angle de 28° avec le clivage facile p.

Dans une seule et même plage d'épidote, on aperçoit au microscope, en plaque mince de $0^m,018$, des parties incolores et d'autres légèrement polychroïques dans les teintes jaunes ; quand la direction du plus petit indice de réfraction coïncide avec le plan principal du Nicol conservé, la coloration est blanc jaunâtre ; suivant l'indice moyen, jaune verdâtre pâle ; enfin, suivant le plus grand indice, jaune citron.

L'angle 2 V est d'environ 70° dans les plages colorées et un peu plus grand dans les plages incolores. La biréfringence maxima est très grande et atteint 0,054 dans les plages colorées ; dans les plages incolores, elle décroît par gradations insensibles au-dessous de 0,016.

Il est difficile d'expliquer ces faits autrement qu'en supposant que les cristaux d'épidote sont tranformés par actions secondaires, dans une partie de leur épaisseur, en une substance isotrope. Sinon il faut admettre une diminution sensiblement proportionnelle de la différence entre le plus grand et le plus petit indice d'une part, et de celle entre le plus grand indice et le moyen de l'autre.

M. Chaper fait la communication suivante :

Sur une pegmatite à diamant et à corindon de l'Hindoustan,
par M. Maurice Chaper.

Dans une séance du commencement de l'année dernière, j'ai fait part à quelques-uns de mes confrères de la décou-

verte que je venais de faire dans l'Hindoustan, où j'avais constaté l'existence du diamant et du corindon dans une pegmatite épidotifère. Des engagements privés m'avaient empêché à cette époque de laisser publier ces faits ; cet empêchement n'existe plus aujourd'hui. Un travail que je compte publier prochainement donnera l'exposé des faits géologiques de toute nature que j'ai pu observer dans le cours de ma mission. Ce travail ne pouvant trouver place dans le *Bulletin de la Société minéralogique*, je me bornerai ici à l'énoncé très sommaire de mes constatations relatives au « gîte » du diamant.

Le pays dans lequel j'ai fait mes recherches est une portion du district de Bellary (présidence de Madras), à peu de distance de la ligne du chemin de fer de Madras à Bombay. Les roches qui apparaissent au jour dans toute la contrée sont uniquement granitiques et gneissiques avec quelques lambeaux porphyriques fort rares et fort peu importants. Les filons proprement dits sont rares ; le petit nombre que l'on en rencontre est à remplissage quartzeux. Mais les roches fondamentales offrent de fréquentes fissures remplies de matière feldspathique fort analogue de composition intime, sinon de couleur, à la masse générale. L'amphibole et l'épidote abondent tant dans le magm fondamental que dans le remplissage des fissures. D'une façon générale cependant, et en ne tenant compte que de l'examen macroscopique, l'épidote est plus spécialement associée à la pegmatite fondamentale et l'amphibole aux remplissages et épanchements.

La pegmatite qui fournit les gemmes est très généralement rose saumonée ; la pâte en est parcourue d'innombrables veinules d'épidote ou de mélange de quartz et d'épidote ; la résistance de cette pâte aux influences atmosphériques est très variable.

C'est en exploitant, au cours de mes recherches, la partie superficielle désagrégée de cette roche que j'ai trouvé des diamants et des corindons. Ce dernier, amorphe mais

limpide, offrait des teintes variées allant du blanc au bleu. Je n'y ai pas trouvé le corindon rouge (rubis).

Le diamant au contraire était cristallisé, et les rares échantillons que j'en ai rencontrés étaient octahédriques.

A l'aspect ils se distinguent également et des diamants du Griqualand et des diamants du Brésil.

Ils n'avaient pas le brillant extraordinaire des premiers : les arêtes n'en étaient pas aussi pures ; les petites lames « *d'accroissement* », si je puis ainsi m'exprimer, qui s'élèvent en échelons sur les faces des octaèdres du Griqualand, étaient moins régulières sur ceux de l'Inde. Mais ils n'offraient aucune trace d'usure comme le font ceux du Brésil ; les angles étaient vifs. Ils présentaient l'apparence de cristaux qui se seraient formés dans un milieu offrant une certaine résistance à ce genre de groupement moléculaire.

Ce serait donc dans les pegmatites du plateau élevé de l'Hindoustan que devrait être cherché l'origine des diamants d'alluvion du Naïzam, du Maïsore, etc. C'est du reste le seul intérêt qu'offrent ces roches dans la contrée que j'ai visitée. L'étude qu'a bien voulu faire M. Fouqué des échantillons que j'ai rapportés n'y a rien fait reconnaître qui vaille la peine d'être ici mentionné.

M. G. Wyrouboff fait la communication suivante :

Sur les phénomènes optiques de l'hyposulfate de plomb,

par M. G. Wyrouboff.

Je disais, en terminant ma dernière note, que les phénomènes optiques observés dans le sulfate de strychnine, confirmaient d'une manière très remarquable la théorie si ingénieuse de M. Mallard sur la polarisation rotatoire. Je faisais remarquer pourtant que cette théorie comportait

une réserve, car les corps polarisant circulairement la lumière constituaient deux catégories distinctes qu'il n'était pas permis de confondre. Les uns présentent un empilement dissymétrique de *lames* biaxes plus ou moins épaisses, croisées d'une certaine façon, les autres une disposition dissymétrique de véritables tranches de *molécules* biaxes; les uns donnent la polarisation rotatoire accidentellement, les autres la donnent régulièrement; les uns ont une structure complexe, les autres sont homogènes dans toute leur épaisseur. J'ajoutais que, dans l'état présent de nos connaissances, ces derniers seulement pouvaient être considérés comme vraiment doués du pouvoir rotatoire.

Cette distinction, qui n'a pas échappé à M. Mallard, mais sur laquelle il ne me semble pas avoir insisté suffisamment, est tout à fait capitale.

L'observation montre, en effet, que dans les corps qui, comme le sulfate de strychnine, sont composés de lames minces croisées suivant des angles déterminés par la symétrie de la forme primitive, ce croisement, qui dépend des conditions variées et présentement inconnues de la cristallisation, n'est jamais régulier comme une pile de Reusch composée exclusivement de micas quart-d'onde.

Les lames qui se croisent sont d'épaisseurs variables et orientées, lorsque la symétrie le permet, de plusieurs manières. Il y a plus : les cristaux ainsi faits ne sont jamais homogènes; ils présentent constamment un nombre plus ou moins grand de plages à propriétés optiques différentes, preuve certaine que, dans chacune d'elles, il y a une orientation particulière des lamelles composantes. Ces plages correspondent évidemment à des macles par pénétration, qu'il est très naturel de rencontrer ici, puisqu'il s'agit de formes limites, dans lesquelles, comme on sait, la maclification de cette sorte se fait avec une extrême facilité. Il est clair qu'il n'y a aucune espèce d'intérêt à

mesurer le pouvoir rotatoire de pareils assemblages cristallins, pas plus qu'il n'y aurait d'intérêt de faire l'analyse chimique, et de chercher la formule d'un mélange dans lequel on aurait mis pêle-mêle toutes sortes de substances. Cette mesure n'est même possible qu'à la condition d'opérer tout à fait grossièrement, de faire abstraction de toutes les différences de structure que présentent les diverses parties de la lame, et de se contenter d'une sorte d'impression d'ensemble ou de moyenne.

En se servant d'un microscope à fort grossissement, on aperçoit facilement que, dans certaines plages, il n'existe aucune polarisation rotatoire; que, dans d'autres, elle est gauche ou droite, et naturellement d'autant plus visible que les deux axes optiques sont plus rapprochés.

En d'autres termes, lorsqu'on réduit à ses éléments composants le phénomène complexe qu'on aperçoit entre deux nicols croisés, on se trouve en présence non plus de constantes spécifiques pour la substance, mais de manifestations optiques essentiellement variables, quant à leur caractères et à leurs valeurs numériques, d'un individu à un autre, et d'une plage à une autre d'un même individu. Dans ces conditions, il n'y a donc pas lieu de chercher, comme on le fait pour le quartz, par exemple, la valeur de l'angle de déviation du plan de polarisation.

C'est en me plaçant à ce point de vue que j'ai entrepris la révision des substances, peu nombreuses d'ailleurs, qu'on a décrites comme douées du pouvoir rotatoire. L'hyposulfate de plomb ($S^2O^6Pb,4H^2O$) m'a paru, pour plusieurs raisons, particulièrement intéressant, et c'est par lui que j'ai commencé. En premier lieu, il représente une série isomorphe de sels, ayant les mêmes propriétés optiques; en second lieu, il cristallise avec une remarquable facilité et peut être obtenu à volonté en cristaux très minces et en cristaux très volumineux, toujours parfaitement limpides; enfin il a été examiné avec beaucoup de soin par un très grand nombre d'observateurs.

Décrit d'abord par M. Heeren (1), puis par M. de Sénarmont, la polarisation rotatoire y fut signalée par M. Pape (2) qui donna une longue suite de déterminations très-précises ; M. Groth (3) et plus tard M. Brézina (4) cherchèrent vainement des faces plagièdres distinctives des cristaux droits et gauches et décrivirent un grand nombre de formes nouvelles ; enfin M. Bichat (5) a annoncé l'existence de ces faces soit naturelles soit artificiellement produites, mais sans donner aucune indication précise sur leur nature. M. Topsoë (6) a déterminé les indices de réfraction de ce sel, et M. Sohncke (7), les axes de l'ellipsoïde d'efflorescence.

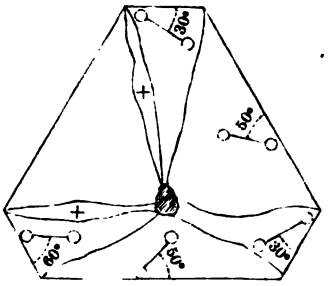
Un corps qui avait à son actif de tels documents me paraissait devoir être simplement catalogué sans autre examen ; mais son importance, comme représentant de toute une série de corps analogues et sa rare facilité à cristalliser dans les conditions les plus variées, me déterminèrent à le revoir en passant.

L'hyposulfate de plomb est, comme on sait, extrêmement soluble et susceptible de prendre les formes hexagonales ou rhomboédriques les plus variées, suivant les conditions de la cristallisation. Pour avoir facilement des cristaux commodes pour l'examen optique, le mieux est d'évaporer vers 25° une solution concentrée qui occupe au fond du cristallisoir une couche mince d'un centimètre, par exemple ; on a alors des cristaux tabulaires, aplatis suivant la base du prisme hexagonal, qui atteignent plusieurs millimètres de diamètre et peuvent avoir 2 et même 3 millimètres d'épaisseur.

(1) *Pogg Ann*, 7, p. 183.
(2) *Ib.*, 139, p. 229 (1870).
(3) *Ib.*, 135, p. 663 (1868).
(4) *W. Ak. B* (I. *Abth.*), 64 (1871).
(5) *Bull. Soc. de Ch.*, 28, p. 446 (1872).
(6) *Ann.*, *Ch. Ph.* (5), I, p. 37 (1874).
(7) *Groth. Z. f. Kr.*, 4, p. 225 (1880).

Mon étonnement a été très grand, je l'avoue, en constatant, au moyen d'un simple appareil de Norremberg muni d'une lentille à faible grossissement, que les lames étaient formées par six secteurs d'autant plus nets que les lames étaient plus minces, mais visibles même dans les cristaux de plus de 2 millimètres d'épaisseur. On pouvait croire, au premier abord, qu'il s'agissait d'une simple macle de 3 individus orthorhombiques accolés suivant *m*, comme on en voit souvent dans le nitre et le sulfate de potasse ; mais aucun des secteurs n'éteint la lumière même monochromatique, dans aucun azimut, et l'extinction est d'autant moins parfaite que le cristal est plus épais.

Ces secteurs n'appartiennent donc pas à des individus homogènes et sont formés de lames croisées. Cela devient plus évident encore lorsqu 'on examine le phénomène en lumière convergente avec un fort grossissement. On ne voit alors une croix noire plus ou moins fixe que dans les environs des lignes qui séparent les secteurs ; partout ailleur on aperçoit deux axes dont l'écartement varie dans un même cristal lorsqu'on en diminue l'épaisseur. Les axes sont quelquefois très réguliers, mais très souvent à hyperboles déformées et ont des orientations variables par rapport aux côtés de l'hexagone ; ils sont en tous cas orientés différemment



dans chaque groupe de trois secteurs voisins. J'ai mesuré quelques-uns des angles que les axes faisaient avec les

côtés de l'hexagone dans un cristal très limpide et à secteurs très nets. La figure ci-jointe donne l'aspect général du phénomène.

C'est bien là l'aspect tout à fait caractéristique des empilements artificiels ou naturels de lames cristallines, et l'hyposulfate de plomb doit être rangé sans hésitation dans la catégorie des substances dans lesquelles le pouvoir rotatoire est purement accidentel et nullement spécifique.

Il est certain pourtant — et ceci mérite d'être remarqué — qu'en lames très minces, telles qu'on les obtient au début de la cristallisation ou dans une goutte qu'on évapore sous le microscope, l'hyposulfate de plomb paraît souvent parfaitement homogène et se comporte, en lumière parallèle et en lumière convergente, comme un corps parfaitement uniaxe.

Comment s'expliquent ces phénomènes si différents, si complexes, si contradictoires ? C'est là une question à coup sûr délicate, et qui est ici infiniment plus intéressante que la mesure illusoire du pouvoir rotatoire. Dans l'ancienne façon de concevoir les choses, l'explication ne présentait guère de difficulté, et M. Bichat, qui a entrevu les irrégularités optiques de l'hyposulfate de plomb, les attribue sans hésiter à des macles plus ou moins compliquées. Il eût fallu, il est vrai, nous expliquer comment des macles aussi compliquées qu'on veut bien l'imaginer, pouvaient faire d'un corps uniaxe un corps biaxe, mais, anciennement, on ne se préoccupait pas de cela et on se contentait de mettre les difficultés sur le compte de l'inconnu. Présentement nous avons autre chose à faire. Étant donné que les cristaux que nous examinons sont composés de groupements de lamelles biaxes, il nous importe de chercher la forme primitive et les propriétés optiques de la substance pseudo-symétrique qui permet ces groupements. A côté de l'interprétation théorique, il nous faut, autant que possible, la démonstration positive. Cette recherche, que j'ai pu mener à bien pour le sulfate de strychnine, présente, dans chaque cas particu-

lier, des difficultés spéciales et semble être très embarrassante dans le cas dont il s'agit. Les hyposulfates isomorphes de plomb, de strontium et de calcium, décrits tous comme doués de pouvoir rotatoire, ont été préparés dans les conditions les plus variées ; ils ont été mélangés entre eux et mesurés avec soin — ils ont toujours présenté la même symétrie et les mêmes propriétés optiques. Une voie reste pourtant ouverte, et c'est vraisemblablement là qu'on trouvera la solution du problème. Il existe un hyposulfate de baryte à 4 H^2O, chimiquement isomorphe avec les précédents (1), et que M. de Marignac a décrit comme clinorhombique. Mais la forme géométrique ne suffit pas ici ; il faut connaître, pour interpréter les phénomènes dans un croisement de lames, les propriétés optiques qui n'ont pas été examinées, et, notamment, la position du plan des axes. Malheureusement la température exceptionnellement clémente dont nous jouissons, ne m'a pas permis de préparer ce sel qui se forme au-dessous de 5°.

Cette question reste en tous cas réservée jusqu'à plus ample examen des sels de chaux et de strontiane qui fera l'objet d'une prochaine note.

Dès à présent, on peut affirmer que l'hyposulfate de plomb doit être, comme le sulfate de strychnine, rayé de la liste des substances douées du pouvoir rotatoire spécifique.

Ma note était déjà rédigée lorsque j'ai eu connaissance d'un travail de M. Klocke (2) sur le même sujet. Mes observations confirment les résultats de M. Klocke, sauf pourtant en un point très important. La position du plan des axes est variable, et leur écartement diffèrent d'une plage à l'autre, souvent dans l'intérieur d'un de ses secteurs. Ceci suffit pour écarter complètement l'hypothèse de la trempe, par laquelle M. Klocke explique les anoma-

(1) On sait que l'hyposulfate de baryte ordinaire cristallise avec 2 molécules d'eau.

(2) *N. J. f. M.*, 1880, t. II, p. 97.

lies de l'hyposulfate de plomb. Il faudrait admettre, en effet, que la compression s'exerce dans un nombre considérable de directions différentes, ces directions ayant d'ailleurs, par rapport aux faces extérieures du cristal, des positions quelconques. Une pareille explication, qui ne se rattacherait par aucun lien à aucun phénomène connu, est évidemment inadmissible.

M. Cornu fait la communication suivante :

Note sur certaines apparences que présentent les surfaces artificiellement polies taillées dans le quartz parallèlement à l'axe,

par M. Cornu.

M. Des Cloizeaux a bien voulu me confier quelques échantillons de quartz analogues à celui qu'il a décrit dans son *Manuel de Minéralogie*, page 14 :

« Si l'on polit parallèlement à l'axe une plaque dans « laquelle la lumière polarisée manifeste des lignes neu- « tres, on voit, dans une direction correspondant aux faces « de la pyramide, toutes les lames qui, par leur présence, « neutralisent une partie de la rotation de la plaque où « elles sont enchassées (fig. 23, pl. IV); quelques-unes de ces « lames paraissent terminées par l'équiaxe b^1 ou par la « base a^1. »

Cette visibilité est indiquée par des stries, perceptibles par réflexion sous une incidence convenable, qui séparent des plages paraissant en relief et d'autres en creux. Il y avait lieu d'examiner d'abord l'orientation cristallographique des faces limitant ces plages de rotation inverse, puis de rechercher quelque relation entre ce phénomène de saillie ou de creux et le pouvoir rotatoire.

L'examen d'un assez grand nombre d'échantillons a d'abord permis de reconnaître que les lignes de séparation de ces plages, obtenues sur les faces parallèles à l'axe,

polies artificiellement étaient le plus souvent irrégulières: dans certains cas les contours sont tellement dentelés qu'on ne saurait mieux les comparer qu'aux lignes de suture des os du crâne.

Il restait à étudier si les parties enchâssées offraient un relief ou un creux en relation avec leur pouvoir rotatoire. La question a été tranchée immédiatement, lorsqu'on a pu suivre la trace de la même plage sur deux faces opposées de l'échantillon. Dans tous les cas où cette observation a été possible, j'ai reconnu que la région en saillie d'un côté était en creux de l'autre. L'effet ne dépend donc pas seulement du sens de l'hémiédrie plagièdre, puisque la même plage produit à la fois le relief et le creux :

Je me suis proposé de vérifier si ces apparences correspondaient à une réalité et n'étaient pas dues à une illusion d'optique.

Les anneaux colorés, produits avec la lumière blanch entre la surface polie à examiner et une lame de glace, montrent des différences de teintes qui, d'après l'échelle de Newton, permettent de conclure la différence d'épaisseur ; les saillies ou les creux peuvent atteindre une frange, c'est-à-dire un demi-millième de millimètre. Des expériences d'interférence et de diffraction conduisent au même résultat. Mais on pourrait objecter que la différence de structure moléculaire de ces plages contiguës suffirait à expliquer une si petite différence de marche dans les ondes réfléchies : on conçoit en effet que le *plan moyen* de réflexion ne soit pas le même, par suite de l'inégalité d'orientation des molécules du quartz dans les deux plages et leur inégale altération par le poli artificiel.

Les deux expériences suivantes ne paraissent pas soumises aux mêmes objections.

Si l'on argente la surface par voie chimique, les apparences restent les mêmes ; en particulier, les franges de diffraction produites par la simple réflexion d'une onde sphérique présentent les mêmes caractères que lorsque

la surface n'est pas argentée : autour de chaque ligne de suture des deux plages, on voit se dessiner des franges caractéristiques de la différence de marche. En opérant avec la lumière solaire, le phénomène est très facile à photographier, et les clichés ont été mis sous les yeux de la Société.

Enfin, on peut prendre l'empreinte de ces creux ou saillies ; avec la cire à cacheter ou le soufre, l'observation est difficile, mais elle réussit d'une manière surprenante avec le sélénium fondu.

L'étude de la cause qui produit ces reliefs et ces creux n'est pas encore terminée : elle se lie aux inégalités d'élasticité, de conductibilité ou aux inégalités de dilatation que j'ai rencontrées avec le quartz dans une autre occasion (*Journal de Physique*, 2e série, t. Ier, p. 158) ; en un mot, elle paraît résider dans la chaleur développée au polissage du quartz. Si cette idée est exacte, on s'explique ce fait extraordinaire que des arêtes vives ayant un demi-millième de millimètre de saillie aient pu naître et se conserver dans l'opération du polissage ; c'est qu'alors les reliefs n'existeraient pas au moment même du travail et ne se développeraient qu'après que le bloc de quartz a repris son équilibre intérieur de température et d'élasticité.

Mais, on le voit, la question a besoin d'être encore approfondie et elle mérite cette étude en raison de l'intérêt qui s'attache à la connaissance des propriétés physiques du quartz.

M. Gorgeu fait les communications suivantes :

Sur la pyrosmalite de Dannemora,

par M. Alex. Gorgeu.

J'ai l'honneur de communiquer à la Société de Minéralogie l'analyse de la pyrosmalite de Dannemora (Suède), dont M. Em. Bertrand a bien voulu mettre un échantillon à ma disposition.

Le morceau soumis à l'examen renferme, dans sa partie compacte, 60 0/0 de pyrosmalite en petites lamelles et 40 0/0 d'un pyroxène verdâtre contenant à peu près 55 de SiO^2, 17 de MgO, 16 de FeO et 12 de CaO.

En certains points de la masse. la pyrosmalite s'isole sous forme d'agglomération de grandes lames grises, à reflet nacré, presque transparentes, et renfermant, sous forme d'inclusions, de petits cristaux opaques très magnétiques.

C'est dans cet amas que l'on a choisi avec soin la moyenne destinée à l'analyse et à l'examen de la substance.

Sa densité égale 3,19 et sa dureté 4,5 à 5.

Analyse. — L'eau a été dosée directement ; à cet effet le silicate a été mélangé avec son poids de chaux et calciné au rouge vif; on a recueilli l'eau en partie dans un tube renflé, pour constater sa neutralité, et le reste dans de la ponce sulfurique.

La détermination du chlore a été effectuée de deux manières : d'abord dans la solution nitrique du culot résultant de la fusion au rouge sombre du chlorosilicate avec 10 fois son poids de carbonate sodico-potassique ; en second lieu, dans la solution nitrique provenant de l'attaque de la substance finement pulvérisée, par cet acide étendu de son volume d'eau.

Dans cette dernière expérience, on a tenu compte de la petite quantité de chlore dégagée et recueillie dans l'azotate d'argent.

Les autres substances ont été dosées par les procédés ordinaires.

Je donne ci-dessous les résultats obtenus, approchés à 0,2 ou 0,3 0/0 ; j'y ai joint les rapports trouvés dans la Friedelite d'Adervielle (1) entre l'oxygène de ces divers éléments,

On a supposé, dans la pyrosmalite, le chlore combiné au fer, on aurait tout aussi bien pu admettre qu'il fût à l'état

(1) *Bull. Soc. minér.*, t. VII, p. 3, par M. Em. Bertrand.

de Mn Cl, car dès que l'on enlève du chlore au moyen des acides étendus bouillants, ce silicate cède à la fois du fer et du manganèse.

		Pyrosmalite. OXYGÈNE.		*Friedelite.* OXYGÈNE.
SiO^2	34,20		18,24	18,37
MnO de SiO^2	24,65	5,55		
FeO	23,50	5,22		
Al^2O^3	Traces		11,56	11,42
CaO	0,40	0,11		
MgO	1,70	0,68		
Cl	3,70			
I.Br	Néant		0,84	0,80
Fe	2,92			
HO	8,55		7,60	8,53
	99,62			

Aucun rapport simple ne se dégage de ces chiffres,

Dans la Friedelite Mn Cl : 15 RO : 12 SiO^2 : 11 HO.

Dans la pyrosmalite, Mn Cl : 14 RO : 11 SiO^2 : 9HO.

La présence d'une quantité notable de pyroxène dans la pyrosmalite est peu probable, l'aspect des fragments choisis ne le fait pas supposer, le rapport entre les quantités de chaux et de magnésie n'est pas le même que dans le pyroxène de la partie massive; en tout cas, elle ne peut dépasser 3,3 0/0, puisque ce chiffre correspond à la totalité de la chaux 0,40 0/0.

En admettant ce maximum d'impuretés, on trouve par un calcul très simple que :

$$\text{Mn Cl} : 13\frac{1}{4}\,\text{RO} : 10\frac{1}{4}\,\text{SiO}^2 : 9\ \text{HO}.$$

La Friedelite et la pyrosmalite sont remarquables par l'énergie avec laquelle elles retiennent le chlore et l'eau qu'elles renferment : l'eau bouillante, l'acide azotique

au 1[50 ou au 1[20 ne leur enlèvent pas de chlore à froid ; à l'ébullition ce dernier acide enlève peu à peu 1[4 du chlore qu'elles renferment, mais en même temps décompose les chlorosilicates.

Sous l'influence de la chaleur il faut atteindre à peu près la température du rouge sombre pour que l'eau se dégage régulièrement ; à partir de ce moment, la décomposition est prouvée par la teinte de plus en plus foncée du résidu.

Soumises enfin pendant quinze jours à l'action de solutions saturées d'acide carbonique ou sulfhydrique, la Friedelite et la pyrosmalite sont à peine décomposées.

Ces deux chlorosilicates hydratés sont donc très stables et présentent, au point de vue chimique, la même analogie que celle qui a été constatée par M. Emile Bertrand entre leurs formes cristallines et leurs propriétés optiques.

Sur la production artificielle de la Fayalite,

par M. Alex. Gorgeu.

Lorsque l'on chauffe jusqu'au rouge cerise, au sein d'un courant d'hydrogène chargé de vapeur aqueuse, un mélange de 10 à 15 parties de protochlorure de fer et une partie de silice ou de sable pulvérisé, on produit en moins d'un quart d'heure un silicate de fer bien cristallisé.

Il suffit de traiter le culot obtenu, préalablement concassé, par l'eau bouillante, en évitant l'accès de l'air, puis par l'eau froide aiguisée de $\frac{1}{50}$ d'acide chlorhydrique, pour obtenir un dépôt de cristaux très brillants.

L'analyse de ce composé a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	SiO^2, 2FeO
SiO^2.	28,8	29,4
FeO.	71,2	70,6

C'est donc un silicate neutre de protoxyde de fer ; l'excès du métal est dû à la présence de petits grains d'oxyde de fer magnétique enfermés dans les cristaux.

M. Émile Bertrand, qui a bien voulu, peu de temps avant cette séance, se livrer à un premier examen optique de ce silicate, a trouvé qu'il affecte la forme ordinaire du péridot, mais qu'il se rapproche plus particulièrement de la téphroïte par ses propriétés optiques ; la bissectrice aiguë de ces cristaux présente en effet le signe négatif comme ceux de ce dernier minéral.

Sa couleur, d'un brun jaunâtre, son éclat se retrouvent dans la Fayalite ; comme elle, il est facilement soluble dans les acides et faiblement attiré par l'aimant.

Contrairement à ce qui arrive avec le chlorure de manganèse, je n'ai pu produire le bisilicate ferreux en exagérant la proportion de silice.

Le silicate neutre de fer, au contact du chlorure fondu, se transforme en un chlorosilicate que je n'ai pas encore analysé ; je me suis seulement assuré qu'il renfermait de la silice, du manganèse et du chlore, que ses cristaux, séparés à l'aide de l'alcool froid et concentré, étaient monoréfringents comme ceux du silicate chloruré de manganèse et affectaient aussi des formes très allongées, bizarres.

J'ai constaté enfin que le mélange à équivalents égaux de chlorures ferreux et manganeux produisait, avec la silice, un silicate neutre dont la composition présente de l'analogie avec celle de la Knébélite.

	Trouvé.		Oxygène.
SiO^2.	29,1		15,5
FeO.	51,2	11,38	15,78
MnO	19,6	4,40	
	99,9		

IMPRIMERIE PAUL BOUSREZ, 5, RUE DE LUCÉ, A TOURS.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE

ANNÉE 1884. — BULLETIN N° 3.

Compte-rendu de la séance du 13 mars 1884

PRÉSIDENCE DE M. CORNU.

M. le Président annonce une présentation.

Sont nommés membres de la Société :

MM. le comte BEGOUEN, 10, place Saint-François-Xavier, Paris, présenté par MM. Damour et Des Cloizeaux;

DAGINCOURT, docteur en médecine, 1, rue Chardin, Passy-Paris, présenté par MM. Mallard et Em. Bertrand.

M. ED. JANNETTAZ, trésorier, donne lecture des comptes pour l'exercice 1883, et du projet de budget pour 1884. (Voir p. 64).

MM. DUFET, MICHEL LÉVY et SARASIN sont nommés membres de la Commission de comptabilité.

M. le Ministre de l'Instruction publique informe la Société que la réunion annuelle des Sociétés savantes aura lieu les 15, 16, 17, 18 et 19 avril à la Sorbonne, et l'invite à déléguer à cette réunion quelques membres des départements.

M. le Cte L. HUGO adresse une note « sur l'autogravure d'une cristallisation de bichromate de potasse », avec une épreuve à l'appui.

Comptes de l'Exercice 1883.

DÉPENSES

		EFFECTUÉES.		PRÉVUES.
Bulletin. . .	Impression . . .	1,706 35	3,048 45 (1)	2,400
	Gravure.	988 65		
	Brochage et Port .	353 45		
Diverses. . .	Ports de lettres. .	85 30	544 50	850 »
	Papeterie, Circul.	81 20		
	Bibliothèque. . .	65 40		
	Garçon (allocat.) .	100 »		
	Plac. de cot. à vie.	212 60		
Arriéré pour extraits.				100 »
Arriéré pour périodiques				250 »
			3,592 95	3,600 »

RECETTES

		EFFECTUÉES.		PRÉVUES.
Cotisations. .	Arriérées. . . .	507 70	2,079 »	2,200 »
	Courantes. . . .	1,126 30		
	Anticipées . . .	45 »		
	A vie.	400 »		
Bulletin, abonnement et vente			791 80	600 »
Souscription ministérielle			600 »	500 »
Rentes.			102 25	105 »
Imprévue (2)			12 »	
			3,585 05	3,405 »

Compte général pour l'année 1884.

RECETTES

En caisse	677 80
Cotisations (3)	2,400 »
Abonnement et vente du *Bulletin*.	600 »
Souscription ministérielle.	600 »
Rentes.	120 »
Recouvrements pour excédant de gravure . .	487 40
	4,885 20

(1) Par décision du Conseil, la Société ne prend à son compte que 500 francs de gravure annuellement, l'excédant devant être porté à la charge des auteurs au prorata de leurs dépenses.

(2) La rente prévue de 105 francs ayant été réduite par la conversion du 5 0/0 en 4 1/2 0/0, il a été remis au Trésorier un titre de 94 fr., plus une promesse de 50 cent., dont la vente a produit 12 francs.

(3) Pour que les cotisations effectuées en 1884 atteignent ce chiffre, il faudra que les membres en retard se mettent en règle cette année.

DÉPENSES

Arriéré sur 1883.	1,400	»
Bulletin : impression de 1884	1,850	»
Gravure —	500	»
Brochage et port	350	»
Diverses	850	»
	4,850	»

M. le Secrétaire présente la note suivante :

Note sur une association de tourmaline et d'apatite de la Chaise-Dieu (Haute-Loire),

par M. F. Gonnard.

Le plateau de la Chaise-Dieu est constitué, comme on sait, par un granit porphyroïde à grands cristaux d'orthose de couleur claire, et à nodules de mica noir qui, sur quelques points, passe à la pegmatite.

Cette dernière roche semble renfermer de la tourmaline avec quelque abondance, à en juger par d'assez gros blocs de ce minéral, employés à la clôture des propriétés. Il s'y montre en masses confusément fibreuses, d'aspect identique à celui de la tourmaline de Roure, près Pontgibaud.

La similitude des deux roches se complète encore par l'interposition, au sein de celle de la Chaise-Dieu, de cristaux assez nombreux d'apatite blanchâtre. La seule différence consiste en ce que, tandis qu'à Roure, les cristaux d'apatite sont petits, peu nets, presque toujours fragmentaires, ceux de la Chaise-Dieu, au contraire, bien développés, atteignent et dépassent une longueur de 1 centimètre sur 4 millimètres de diamètre, et montrent les faces latérales du prisme nettes et brillantes. Ils sont aussi plus irrégulièrement disséminés dans la masse de tourmaline.

Voici un nouvel exemple de cette association, que j'ai signalée d'abord à Roure, puis retrouvée sur plusieurs

points du Lyonnais, Beaunan, Irigny, etc., avec des caractères à peu près identiques. Cette observation devra sans doute se généraliser.

M. Damour fait la communication suivante :

Note sur certains silex magnésiens et sur la magnésite,

par M. A. Damour.

Pendant une excursion faite sur le terrain alluvial de la plaine d'Ablon (Seine-et-Oise), j'avais remarqué, dans une carrière ouverte pour l'extraction du gravier, et située à quelques centaines de mètres du lit de la Seine, un bloc de matière siliceuse, du volume d'environ 3 décimètres cubes, et dont l'apparence extérieure me parut alors fort peu différer de celle qui caractérise la plupart des variétés de silex. Quelques mois après, étant revenu sur le même lieu, je fus surpris de voir le même bloc siliceux fendillé en divers sens et recouvert, à l'extérieur, d'une épaisse croûte de matière blanche feuilletée et très friable. Un faible choc fit tomber le bloc en morceaux. Dans la cassure, la masse siliceuse avait conservé sa couleur primitive, avec la structure, la dureté, la translucidité particulières à certains silex résinites, connus sous le nom de ménilite. La croûte blanche ne se montrait que sur les parties extérieures restées exposées à l'action des agents atmosphériques. Présumant qu'il y aurait de l'intérêt à étudier la composition de ces matières, j'en recueillis quelques échantillons.

La partie siliceuse demeurée sans altération est de couleur brune ; elle raye le verre et se brise aisément sous le choc du marteau. Sa cassure est esquilleuse ; sa densité = 2,16 à 2,19. Elle est infusible à la flamme du chalumeau. Chauffée dans le matras, elle laisse dégager de l'eau avec

une odeur empyreumatique. A la chaleur du rouge orangé, sa couleur brune disparaît et la masse devient blanche.

Réduite en poudre fine par la lévigation, elle se laisse dissoudre en notable proportion par l'eau chargée d'acide carbonique, aussi bien que par le carbonate ammoniacal et par les lessives de carbonate de soude et de potasse chauffées à l'ébullition.

L'analyse a donné les résultats suivants :

Silice.	83,08
Magnésie.	6,73
Oxyde ferreux.	1,00
Eau et matières volatiles. . .	9,20
	100,00

La matière blanche qui formait une épaisse croûte sur ce silex, par suite de sa désagrégation, m'a présenté la composition suivante :

			OXYGÈNE.	RAPPORTS.
Silice.	61,20		32,64	4
Magnésie.	18,70	7,39	7,62	1
Oxyde ferreux.	0,80	0,17		
Oxyde manganeux. . . .	0,30	0,06		
Eau et matières volatiles.	18,60		16,53	2
	99,60			

On voit, que par suite de la désagrégation et décomposition du silex, une partie de la silice a disparu; la magnésie s'est concentrée en s'unissant à une nouvelle proportion d'eau, pour former un silicate magnésique représenté approximativement par la formule :

$$MgO, 2SiO^2 + 2HO.$$

On peut présumer aussi que les parties du bloc siliceux qui ont subi la désagrégation étaient plus riches en magnésie que la partie centrale demeurée intacte.

Ces résultats m'ont amené à rechercher la composition d'un échantillon de magnésite désignée sous le nom d'écume de mer, provenant de l'Asie-Mineure, et, comme celle d'Ablon, qui se trouve associée à un silex résinite avec jequel elle paraît se lier par passages insensibles.

J'ai fait d'abord l'examen de ce silex. Il est blanc-aunâtre, facile à briser par le choc du marteau. Ses minces éclats montrent une translucidité qui devient plus complète lorsqu'on les laisse quelque temps plongés dans l'eau. Sa cassure est compacte; il raye le verre : sa dentité = 2,15.

Chauffé dans le matras, il laisse dégager une notable quantité d'eau.

Son analyse a donné :

Silice.	86,24
Magnésie.	5,56
Eau et matières volatiles . . .	8,20
	100,00

La matière blanche, poreuse, très légère (écume de mer), qui couvre sa surface d'une épaisseur variable de 1 à 4 centimètres, m'a donné la composition qui suit :

		OXYGÈNE.	RAP.
Silice.	52,45	27,79	3
Magnésie.	23,25	9,19	1
Eau.	23,50	20,79	2
Alumine.	0,80		
	100,00		

Cette composition est représentée par la formule :

$$2MgO, 3SiO^2 + 4HO.$$

Dans cette analyse, les rapports d'oxygène sont un peu différents, mais plus précis que ceux qu'on observe sur la composition de la magnésite d'Ablon. Il m'a paru utile de signaler l'analogie d'association qui existe entre ces ma-

tières minérales, toutes deux intimement liées à un silex résinite. Il serait toutefois prématuré d'en induire dès à présent que la magnésite de l'Asie-Mineure, dont les particularités de gisement ne me sont pas connues, s'est formée de la même manière que le silicate magnésien d'Ablon, par la décomposition du silex magnésifère, et sous la seule influence des agents atmosphériques.

M. Ad. Carnot présente la note suivante :

Note sur la découverte d'Epsomite en cristaux assez gros dans la mine d'anthracite du Peychagnard (Isère),

par M. Kuss.

M. Carnot a présenté, en 1880, à la Société minéralogique, des échantillons de diadochite, trouvés dans une vieille galerie des mines d'anthracite du Peychagnard (Isère), dont il a fait connaître la composition et le mode probable de formation.

On a rencontré récemment dans une autre galerie ancienne de la même mine des dépôts de 10 à 15 centimètres d'épaisseur d'une substance minérale que j'ai reconnue pour de l'*Epsomite*. La matière est blanche ou faiblement colorée en jaune clair; tantôt elle est opaque, tantôt au contraire transparente et nettement cristallisée. Les cristaux ont jusqu'à $0^m,06$ de longueur; ils présentent la forme d'un prisme rhomboïdal droit à section presque carrée, avec troncatures sur les arêtes verticales *g* ou *h;* la section peut atteindre huit millimètres de côté. Les cristaux sont aisément et entièrement solubles dans l'eau; la partie opaque laisse un léger résidu blanc que j'ai reconnu être du sulfate de chaux. J'ai analysé les cristaux au laboratoire départemental de l'Isère et trouvé la composition de l'Epsomite $MgO, SO^3 + 7HO$.

	TROUVÉ.	CALCULÉ.
Acide sulfurique.	32,54	32,52
Magnésie (par différence). .	16,66	16,26
Eau.	50,80	51,22
	100,00	100,00

J'ai constaté l'absence de l'alumine, et j'ai pu me contenter de doser l'eau et l'acide sulfurique (celui-ci très exactement), et de reconnaître qualitativement la magnésie.

Ce qui me paraît donner quelque intérêt à cette constatation, c'est que les traités de minéralogie signalent l'Epsomite comme se trouvant ordinairement en cristaux capillaires ou en efflorescences, et non, comme ici, en gros cristaux.

Quant à l'origine de la substance, elle doit être cherchée, comme M. Carnot l'a indiqué pour la diadochite, dans l'évaporation lente des eaux qui ont filtré à travers les couches souvent dolomitiques du lias inférieur et les menus d'anthracite, toujours très pyriteux.

Non loin du point où a été rencontrée l'Epsomite, on a trouvé les traces incontestables d'un incendie souterrain ancien, qui avait causé, en 1838, un grave accident et déterminé l'abandon de ce quartier. Or, dès 1838, M. Gueymard, ingénieur en chef des mines, recherchant la cause de l'accident, constatait dans les eaux de cette galerie, dite du Rocher-Blanc :

Sulfate de chaux. . .	0g,948	sur 1,000 gr. d'eau.
Sulfate de magnésie. .	1 ,676	
Persulfate de fer. . .	6 ,150	
Acide sulfurique libre .	1 ,923	
Total. . .	10g,697	

Les eaux des autres galeries lui donnaient d'ailleurs des résultats analogues, sauf l'absence de l'acide sulfurique

libre. Il est à présumer que la substance qualifiée persulfate de fer était en réalité un phospho-sulfate. Ce sont ces eaux qui, en se concentrant, ont déposé, suivant les circonstances, la diadochite, l'Epsomite pure ou un peu mélangée de sulfate de chaux, et de nombreuses lamelles de gypse, tapissant toutes les surfaces des galeries.

M. Friedel présente la note suivante :

Sur la formule de la Friedélite,

par M. C. Friedel.

Si l'on essaye de représenter les analyses de M. Gorgeu (voir *Bull. de la Soc. minéral.*, t. III, p. 3) par une formule, on voit que les nombres trouvés s'approchent de ceux correspondant aux rapports (I) $5SiO^2$, $5MnO$, $Mn\frac{0}{2}Cl$, $\frac{9}{2}H^2O$, ou encore (II) $5SiO^2$, $5MnO$, $Mn\frac{0}{2}Cl$, $\frac{11}{2}H^2O$, en admettant, dans ce dernier cas, que le minéral serait mélangé d'une certaine proportion de téphroïte. D'après une expérience de M. Gorgeu, la Friedélite qu'il a analysée ne renfermerait pas de téphroïte. Néanmoins la téphroïte est attaquable à l'acide chlorhydrique, et, disséminée dans la masse compacte de la Friedélite il paraît bien difficile qu'elle restât indissoute dans une attaque si ménagée qu'elle fût.

Quoi qu'il en soit, voici, dans les colonnes I et II, les nombres correspondant aux formules indiquées plus haut, et dans la colonne III ceux répondant au mélange du silicate II, avec 1/4 de téphroïte; la colonne IV contient l'analyse de M. Gorgeu.

	I	II	III	IV
SiO^2	35,89	35,15	33,78	34,05
MnO	46,88	45,86	51,98	50,55
Mn	3,25	3,23	2,43	2,57
Cl	4,24	4,15	3,12	3,35
H^2O	9,72	11,59	8,70	9,49

La formule brute II conduirait à la formule rationnelle :

$$Cl\ (Mn\text{-}O\text{-}Si\ (OH)^2\ O)\ ''^5 MnOH$$

et la formule I à la suivante :

$$Cl\ (Mn\text{-}O\text{-}Si\ (OH)^2\ O)''^4\ Mn\text{-}O\text{-}Si\ O^2 MnO\ H$$

Ces formules sont indiquées sous toutes réserves, et nous faisons remarquer qu'elles pourraient être construites autrement et rapportées à un acide polysilicique

$$5(SiO(OH)^2)''2(OH).$$

Dans ce cas, une proportion plus considérable de l'eau serait rattachée au manganèse. L'expérience ne permet pas encore de résoudre la question entre l'hydrate de manganèse et l'hydrate de silice.

M. des Cloizeaux présente les notices minéralogiques suivantes :

1° Examen optique et cristallographique de plusieurs silicates de manganèse,

par M. DES CLOIZEAUX.

Depuis une quarantaine d'années, on a généralement admis, sur l'autorité de Breithaupt, qu'il existait, sous le nom de *manganocalcite* de Schemnitz, une sorte d'aragonite du manganèse, comparable à l'aragonite ordinaire

par sa constitution chimique et par le clivage vertical de ses fibres élémentaires.

Il était pourtant resté quelques doutes sur l'existence même du minéral qui a toujours été excessivement rare et dont un petit nombre de collections, en Europe, possédaient à peine un ou deux échantillons incertains.

M. Krenner ayant annoncé récemment (1) que la *manganocalcite* de la Collection impériale de Vienne et celle du national Museum de Pesth n'étaient que de la diallogite à clivages rhomboédriques, j'ai prié M. Weisbach de m'envoyer, pour les observations optiques, quelques fragments de l'échantillon que j'avais vu dans la collection Werner, à Freiberg, et qui avait été examiné autrefois par Breithaupt.

M. Weisbach a bien voulu répondre immédiatement à ma demande, en m'adressant plusieurs petits morceaux composés de longues aiguilles d'un gris rosé, éclatantes, accolées en masses divergentes, *rayant le verre*, rayées par l'acier et facilement clivables suivant une direction parallèle à leur longueur.

Des lames de clivage très minces montrent immédiatement au microscope Bertrand, sans aucune préparation, deux axes optiques écartés, dans un plan plus ou moins oblique au clivage. La bissectrice aiguë *négative* fait aussi des angles assez variables avec la normale à ce clivage. En moyenne et d'après l'extinction en lumière parallèle, on peut admettre que le plan des axes coupe la longueur des fibres sous un angle de 61° (lumière blanche).

Dans l'huile, j'ai pu mesurer l'écartement, soit sur de très petites lames isolées, soit sur des groupes d'aiguilles suffisamment amincies pour devenir transparentes. Cet écartement varie naturellement avec les groupements d'aiguilles plus ou moins bien parallèles entre elles. Un certain nombre de mesures assez exactes m'ont fourni :

(1) *Mathemat. und naturwissensch. Berichte* de Hongrie, 1er vol., pag. 201, et *Zeitsch. für Krystall.* etc., t. VIII, 2e et 3e livr. de 1883.

	50° 0′	50°30′	50°30′	48°28′	49°10′	d'un côté de la normale.
	29°42′	29°28′	30°30′	31°50′	32° 0′	de l'autre côté
$2H_r =$	79°42′	79°58′	81° 0′	80°18′	81°10′	

La moyenne des meilleures observations est :

$$2H_r = 80°13'; \text{ d'où } 2E_r = 141°37'.$$

La dispersion *ordinaire* est faible, dans l'air comme dans l'huile, avec $\rho > v$; mais il existe une dispersion *tournante* très notable, combinée à une légère dispersion *inclinée*. La forme cristalline des aiguilles doit donc être considérée comme *triclinique*.

Des différences aussi fondamentales entre les caractères de la soi-disant manganocalcite et ceux de l'aragonite, m'ayant inspiré quelques doutes, je plaçai de petites lamelles, parfaitement isolées, dans une goutte d'acide azotique, et je vis avec étonnement qu'il ne se produisait aucune effervescence, à froid ou à chaud.

Les aiguilles provenant de l'échantillon original de Breithaupt ne pouvaient donc être un carbonate de manganèse; un simple essai fit voir à M. Damour qu'elles constituaient un silicate hydraté de manganèse et de chaux dont la composition, d'après l'analyse toute récente de M. Winkler, est :

Silice.	43,07
Oxyde manganeux	34,73
Oxyde ferreux.	1,15
Carbonate de chaux.	14,59
Eau	6,53
	100,07

Si l'on suppose, avec M. Winkler, que toute la chaux se trouve à l'état de carbonate provenant de la gangue du

minéral et qu'il n'en existe pas dans sa composition, cette analyse devient :

$$SiO^2\ 51,58\ MnO\ 40,69\ HO\ 7,73 = 100.$$

Les conclusions de la note de M. Krenner, citées plus haut, paraissent donc légitimes, et le nom de *manganocalcite,* appliqué à une aragonite manganésienne, doit être supprimé de la nomenclature.

Ce point, une fois établi, j'ai cherché si parmi les autres silicates de manganèse connus, il en existait dont les propriétés optiques se rapprocheraient de celles du silicate hydraté de Schemnitz.

Les Bustamites en masses rosées ou grisâtres, à fibres très fines, du Mexique et de Toscane, deviennent à peine transparentes en lames très minces, et elles ne montrent au microscope polarisant que l'épanouissement vague de l'hyperbole d'un système d'anneaux très excentré.

Mais on a trouvé assez récemment à Longban, en masses fibro-laminaires grises ou roses, dont les baguettes composantes sont quelquefois un peu courbes, un minéral que M. Lindström a décrit (1) sous le nom de Bustamite, à cause de sa composition, pour laquelle il a obtenu :

$$SiO^2\ 47,66\ MnO\ 31,65\ FeO\ 0,18\ CaO\ 18,16\ MgO\ 1,18$$
$$BaO\ 0,19\ KO\ 0,12\ NaO\ 0,15\ HO\ 0,52 = 100,11.$$
$$\text{Dens.} = 3,40.$$

Ces masses offrent quatre clivages dont les incidences sont très voisines de celles des formes p (001), o^1 (101), a^1($\bar{1}$ 01), appartenant aux cristaux de *pajsbergite*, tels que je les ai orientés dans le 1er volume de mon *Manuel de Minéralogie.* Nous avons en effet trouvé, M. Em. Bertrand et moi :

(1) *Öfversigt af Kong. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar*, de Stockholm, 1880, n° 6.

	Pajsbergite, CALCULÉ.
$po^1 = 134°30'$ à $135°30'$	136°8'
ph^1 sur $o^1 = 85°20'$ à $87°$	87°44'
$o^1h^1 = 130°20'$ à $131°30'$	131°36'
$pa^1 = 138°$ à $138°50'$	138°14'
ph^1 sur $a^1 = 93°10'$ à $94°$	92°16'
$a^1h^1 = 134°$ à $135°$	134°2'

Les clivages h^1 (100) et p (001) sont faciles à obtenir, mais ils sont un peu fibreux et écailleux; o^1 et a^1 s'obtiennent plus difficilement, mais leurs surfaces sont éclatantes et assez unies. A travers des lames minces parallèles au clivage o^1 qui tronque l'arête aiguë p/h^1, on voit au microscope Bertrand deux axes moyennement écartés, s'ouvrant dans un plan dont l'intersection avec o^1 coupe l'arête p/o^1 sous un angle d'environ 31°. La bissectrice aiguë *négative* est très peu oblique au clivage et, autour d'elle, l'écartement dans l'air est approximativement :

$$2E = 68° \text{ ray. rou.; } 72° \text{ ray. verts (1).}$$

La dispersion ordinaire est donc prononcée, et $\rho < v$. Une forte dispersion *tournante* se manifeste par des couleurs aussi vives dans un système d'anneaux que dans l'autre, et ne paraît accompagnée d'aucune dispersion *inclinée*.

Par conséquent, il existe entre les caractères optiques des masses fibreuses de Schemnitz et ceux de la Bustamite de Longban quelques ressemblances et des différences très tranchées.

Cette Bustamite de Longban étant géométriquement isomorphe de la pajsbergite, il était intéressant de chercher les principales constantes optiques de cette dernière espèce, indéterminées jusqu'à ce jour.

(1) Mesures prises au micromètre du microscope de M. Bertrand.

Mais ici, quoiqu'on possède des cristaux assez gros et en apparence suffisamment transparents, de la mine de Pajsberg en Suède, ces cristaux se clivent avec une telle facilité suivant le plan h^1 (100), et leur double réfraction est si énergique, qu'on a beaucoup de peine à obtenir des lames suffisamment minces, pour y observer l'orientation des axes optiques et de leurs bissectrices.

Plusieurs plaques taillées sur l'arête aiguë p/h^1, entre la face o^1 (101) et la base p (001), m'ont permis de voir que la trace du plan des axes sur o^1 doit faire approximativement des angles de 141° avec l'arête o^1/p = (101) : (001), et de 5°29′ avec l'arête o^1/c^1 = (101) : ($1\bar{1}2$).

Quoiqu'il ait été fort difficile de redresser suffisamment ces plaques, par rapport à la bissectrice obtuse *négative*, pour voir dans l'huile les systèmes d'anneaux correspondant aux deux axes optiques, j'ai trouvé que l'écartement était en moyenne, pour les rayons rouges :

$$2H_o = \left\{ \begin{array}{ll} 76°9' & \text{d'un côté de la normale à la plaque,} \\ 64°44' & \text{de l'autre côté — —} \end{array} \right\} = 140°53'.$$

Une dispersion *tournante* très marquée est associée à une dispersion *inclinée* qui se manifeste par la dissymétrie des bordures des hyperboles, vues à 45° du plan de polarisation.

Malgré un grand nombre d'essais, je n'ai pu obtenir qu'une seule petite lame sensiblement perpendiculaire au plan des axes et à la bissectrice aiguë *positive;* mais elle était trop fendillée et trop mince pour qu'il ait été possible de fixer son orientation par rapport aux faces dominantes p (001), h^1 (100), c^1 ($1\bar{1}2$) du cristal qui l'avait fournie. Elle a donné dans l'huile :

$$2H_a = 92°25' \text{ ray. rouges.}$$

Une dispersion *horizontale* très accusée y est accompagnée d'une dispersion *inclinée* notable.

On voit que les propriétés optiques de la pajsbergite

sont entièrement différentes de celles de la Bustamite de Longban.

2° Forme et caractères optiques de l'*eudnophite*.

J'ai depuis longtemps consigné, dans le 1er volume de mon *Manuel de Minéralogie*, que l'*eudnophite* de Brevig constituait une variété dimorphe de l'analcime, et que ses cristaux, rhombiques d'après Weibye, possédaient la double réfraction à deux axes. Ces faits ont été confirmés plus tard (1) par une observation de M. Em. Bertrand et par une nouvelle analyse de M. Damour. Mais les échantillons de Brevig, connus jusqu'ici à Paris, se présentaient plutôt en polyèdres irréguliers qu'en cristaux bien définis, et il n'avait pas encore été possible de s'assurer si l'orientation du plan des axes optiques et de leurs bissectrices s'accordaient avec la forme rhombique.

J'ai reçu dernièrement, de M. Lindström, un parallélipipède d'apparence rectangulaire, provenant de Kangerdluarsuk en Groënland; il est plus transparent que les cristaux de Brevig, et, au premier abord, il paraît devoir facilement trancher la question du type cristallin. Il n'en est pourtant pas tout à fait ainsi; car les clivages parallèles aux trois faces du parallélipipède et d'une facilité presque égale, ne sont pas suffisamment unis pour permettre la mesure précise de leurs angles dièdres, à un demi ou même à un degré près. Par suite de cette circonstance défavorable, leurs trois incidences sont généralement plus ou moins voisines de 90°, mais elles peuvent s'abaisser au-dessous de 89° et s'élever au-dessus de 91°, de sorte qu'on pourrait comparer les solides de clivage de l'eudnophite à ceux de la cryolite.

Des plaques minces, produites par le clivage en apparence le plus facile, montrent en lumière parallèle une

(1) *Bullet. Soc. minér.*, t. IV, 1881, p. 239.

masse à structure peu homogène, parsemée de nombreux espaces quadrillés dont les bandelettes, très fines, se croisent à angle droit et paraissent correspondre exactement aux deux clivages verticaux. L'extinction, très imparfaite et ondulée, en dehors des plages quadrillées, a lieu à très peu près parallèlement à l'intersection de ces clivages avec le clivage horizontal. En lumière convergente, le plan des axes et la bissectrice aiguë *négative* sont quelquefois, mais pas constamment, bien perpendiculaires à la plaque. Les anneaux les plus nets se voient tantôt en dehors, tantôt au centre même des plages quadrillées. L'écartement des axes dans l'air est environ $2E = 70^{\circ}$ (micromètre du microscope de M. Bertrand).

Des plaques de quelques millimètres carrés offrent fréquemment, dans deux plages voisines, leurs axes orientés dans deux plans rectangulaires entre eux. Pour l'une des directions, la dispersion *ordinaire*, toujours faible, indique $\rho > v$, et pour l'autre direction, $\rho < v$. Une légère élévation de température rapproche les axes qui offrent $\rho > v$; vers 75°, ils se réunissent pour se séparer ensuite dans un plan perpendiculaire au premier, avec $\rho < v$.

Outre cette disposition qui peut annoncer l'existence de lames hémitropes dans le plan horizontal, les espaces suffisamment transparents laissent voir d'autres plages qui paraissent normales à la bissectrice obtuse *positive*, avec hyperboles trop écartées pour être visibles dans l'air, comme si ces plages avaient subi un retournement de 90° autour d'un axe horizontal.

Je n'ai d'ailleurs observé, dans les plaques négatives, aucune trace de dispersion *horizontale* ou *tournante*.

Il est donc plus que probable, d'après l'ensemble des observations précédentes, que l'eudnophite appartient en réalité au type du prisme rhomboïdal droit, comme l'avait annoncé autrefois M. Weibye.

3° Sur la forme cristalline et les caractères optiques de la Sismondine.

Le glaucophane, trouvé il y a quelques années dans le val de Chisone en Piémont (Gastaldite) et dans la vallée de Zermatt en Valais, est associé à une substance laminaire, extérieurement noire, très fragile, qui offre la plus grande ressemblance avec la *Sismondine* de Saint-Marcel. Cependant, aucune détermination précise n'en a été publiée jusqu'ici, au moins à ma connaissance.

J'ai donc examiné récemment les lames dont se composent les masses des vallées de Chisone et de Zermatt, afin de les comparer optiquement à celles de Saint-Marcel. Le résultat de cet examen m'a permis de rectifier les parties inexactes de l'ancienne description publiée dans le 1er volume de mon *Manuel de Minéralogie,* p. 463, et que j'avais faite de concert avec Delesse.

Dans les trois variétés, le clivage le plus facile a bien lieu parallèlement à ce qu'on peut regarder comme la base de la forme primitive, ainsi que nous l'avions annoncé. Des plaques suffisamment amincies suivant la direction de ce clivage montrent, en lumière parallèle, naturelle ou polarisée, des fentes généralement assez irrégulières, se croisant sous des angles très voisins de 60° et de 120° et correspondant aux clivages presque perpendiculaires à la base que nous avions également cités. Mais ces clivages sont trop difficiles et produisent des surfaces trop inégales pour que leur mesure goniométrique puisse être effectuée avec quelque exactitude. C'est ainsi que Delesse, dans sa description de la Sismondine de Saint-Marcel (1) leur avait attribué une inclinaison d'environ 79°, tandis que j'ai trouvé en moyenne, pour les angles plans de la base, qui doivent différer très peu des angles dièdres du prisme :

(1) *Annales des Mines,* tom. X, 4e série, p. 232, année 1846.

59°30′ et 120°30′ Saint-Marcel;
59°49′ et 120°11′ Zermatt;
60° et 120° Val de Chisone.

Il paraît exister un quatrième clivage parallèlement à la petite diagonale de la base ; son intersection avec cette face partage l'angle obtus en deux parties *inégales*, qu'on peut estimer à environ :

$\left.\begin{matrix}62°30' \\ 58°\end{matrix}\right\} = 120°30'$ Saint-Marcel;

$\left.\begin{matrix}62°44' \\ 57°27'\end{matrix}\right\} = 120°11'$ Zermatt;

$\left.\begin{matrix}62° \\ 58°\end{matrix}\right\} = 120°$ Val de Chisone.

Le type cristallin de la Sismondine semble donc être *triclinique*, comme nous l'avions admis autrefois, Delesse et moi; seulement ce type appartient à une forme *limite* dont les caractères se rapprochent de ceux d'un prisme clinorhombique d'environ 60°.

La direction du plan des axes optiques n'est pas tout à fait parallèle à celle de la petite diagonale, dont elle s'écarte de 1° à 1°30′ en se rapprochant de la bissectrice de l'angle obtus, comme le montrent les nombres suivants :

	SAINT-MARCEL.	ZERMATT.	CHISONE.
Plan des axes avec l'arête *p/m*:	61° à 61°30′	61°	60°2′
Plan des axes avec l'arête *p/t*:	59°9′ à 59°	59°11′	59°30′

Ce plan s'incline d'ailleurs de quelques degrés seulement sur la normale au clivage.

Indépendamment des nombreuses lames superposées qui rendent la surface du clivage basique écailleuse, on observe quelquefois sur les cristaux des lames hémitropes qui, d'après l'orientation du plan dans lequel s'ou-

vrent leurs axes, doivent offrir deux modes d'assemblage. En effet, dans un cas, deux angles de 60° sont contigus et le contact a lieu entre une arête $p/m = (001) : (\bar{1}10)$ et une arête $p/t = (001) : (110)$, l'angle entre les plans qui contiennent les axes des deux lames étant de 120°30′ (120°13′ observé sur un échantillon de Saint-Marcel); dans l'autre cas, l'angle aigu d'une lame est adjacent à l'angle obtus $\underline{m}\ \underline{h^1}$ de sa voisine; les arêtes $p/m = (001) : (1\bar{1}0)$ et $\underline{p}/\underline{m}$ se trouvent sur le prolongement l'une de l'autre, et une arête $p/t = (001) : (110)$ se confond avec une arête $\underline{p}/\underline{h^1} = (001) : (100)$; l'un des plans renfermant les axes optiques fait avec l'autre un angle de 59°30′ (59°37′ observé sur un second échantillon de Saint-Marcel).

Ces dispositions supposent évidemment que les angles plans de la base sont presque rigoureusement de 60° et 120°.

La bissectrice aiguë *positive* (1) est presque symétrique par rapport à la petite diagonale, et la différence entre les angles que les deux axes font avec une normale à cette ligne, varie de 0°47′ à 2° ou 3°. La dispersion *ordinaire* des axes est très considérable, dans l'air comme dans l'huile, avec $\rho > v$; il s'y joint une dispersion *horizontale* notable.

Par suite de la couleur foncée de la substance, les plaques destinées à la mesure de l'écartement doivent être très minces; cette mesure est donc toujours fort difficile à obtenir exactement, à cause de la largueur des hyperboles et de la distance, quelquefois assez grande, qui existe entre leur centre et le micromètre du microscope polarisant. Les résultats suivants, obtenus sur plusieurs lames de clivage, les unes naturelles, les autres plus ou moins amincies artificiellement, donnent l'idée des variations qui sont principalement dues à l'incertitude des pointages.

(1) Ce signe a été indiqué par erreur comme négatif dans mon *Manuel de Minéralogie*.

Lames de Saint-Marcel; mesures dans l'huile.

VERRE ROUGE :

37°0′	36°26′	39°2′	36°12′	29°34′	33°44′	d'un côté de la normale.
33°50′	35°46′	35°4′	34°50′	35°0′	32°56′	de l'autre côté.
70°50′	72°12′	74°6′	71°2′	64°34′	66°40′	$= 2H_r$.

VERRE VERT :

30°20′	30°56′	33°14′	31°20′	25°0′	31°44′	d'un côté de la normale.
32°50′	33°4′	32°24′	29°44′	32°0′	30°22′	de l'autre côté.
63°10′	64°0′	65°38′	61°4′	57°0′	62°6′	$= 2H_v$.

Malgré toutes les irrégularités de l'observation il paraît à peu près certain que l'un des axes éprouve une dispersion plus grande que l'autre, ce qui confirmerait la forme *triclinique*.

Lames de Zermatt; mesures dans l'huile.

VERRE ROUGE :

32°39′	31°50′	35°11′	33°25′	d'un côté de la normale,
37°19′	35°11′	36°6′	34°12′	de l'autre côté.
69°58′	67°1′	71°17′	67°37′	$= 2H_r$.

VERRE VERT :

30°5′	29°15′	31°38′	30°56′
35°0′	33°24′	32°59′	30°55′
65°5′	62°39′	64°37′	61°51′ $= 2H_v$.

De $2H_r =$ 71°17′ et $2H_v =$ 64°37′ on tire :

$2E_r =$ 117°21′ $2E_v =$ 103°40′

J'ai trouvé directement :

VERRE ROUGE.	VERRE VERT.
50°25′ à 52°29′	48°35′ d'un côté,
61°25′ à 65°19′	60°9′ de l'autre côté.
$2E_r =$ 111°50′ à 117°48′	$2E_v =$ 108° 44′

Lame du Val de Chisone.

	VERRE ROUGE.	VERRE VERT.	
	33° 32'	30° 13'	d'un côté de la normale,
	31° 1'	27° 41'	de l'autre côté.
$2H_r =$	64° 33'	57° 54'	

On tire de là : $2E_r = 103° 2'$; $2E_v = 90° 48'$.

J'ai obtenu directement :

	VERRE ROUGE.	VERRE VERT.	
	55° 34'	49° 5'	d'un côté de la normale,
	45° 52'	42° 17'	de l'autre côté.
$2E =$	101° 26'	91° 22'	

La variété de Zermatt a une composition identique à celle de Saint-Marcel, et, comme l'avaient montré pour cette dernière les analyses de von Kobell et de W. Suida, elle renferme une proportion notable de magnésie. M. Damour a en effet trouvé :

	SISMONDINE DE ZERMATT.	SISMONDINE DE SAINT-MARCEL.
Silice.	24,10	25,50
Alumine. . . .	42,80	38,13
Oxyde ferreux. .	19,17	23,58
Magnésie. . . .	6,17	5,19
Eau	6.90	6,90
	99,44	99,30
Densité. . .	3,32 à 3,40	3,49

Les minéraux que l'on a réunis à la Sismondine et qui sont connus sous les noms de *chloritoïde*, *Masonite*, *phyllite*, ont les mêmes caractères optiques que la Sismondine. La variété de l'île de Groix, décrite par M. Barrois dans le dernier *Bulletin* de notre Société,

t. VII, p. 37, me paraît se rapprocher de la Sismondine plus que du chloritoïde.

Les grandes lames découvertes autrefois par Dumont dans des schistes siluriens des Ardennes et qui, d'après MM. Renard et de la Vallée Poussin (1), ne semblent pas appartenir à l'ottrélite, sont en effet très dichroïques, à travers le clivage basique. Elles offrent deux axes assez écartés, autour d'une bissectrice *positive* plus ou moins oblique au clivage, avec $\rho > v$ et une dispersion *horizontale* notable. Elles sont donc très voisines de la Sismondine.

La *vénasquite* de Teulé (Finistère) et des environs de Vénasque, assez dichroïque en lames parallèles au clivage facile, possède aussi une bissectrice *positive*, avec deux axes écartés et une dispersion ordinaire faible et douteuse; elle se place entre la Sismondine et l'ottrélite.

Enfin, l'ottrélite proprement dite d'Ottrez, et celle du Fenouillet, près Hyères, faiblement transparente en lames excessivement minces, est peu dichroïque et faiblement biréfringente. Sa bissectrice aiguë, assez oblique au clivage basique, est encore *positive* (2). L'écartement de ses axes paraît assez variable, et leur dispersion ordinaire, très faible et incertaine, indiquerait plutôt $\rho < v$ que $\rho > v$. Elle se sépare donc optiquement de la Sismondine et des minéraux qui s'y rattachent.

(1) *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. VI, p. 51 à 58, année 1879.

(2) Avec mon ancien microscope, j'avais cru voir que la compensation annonçait une bissectrice négative. C'est le microscope Bertrand, muni de son diaphragme étroit, qui m'a révélé mon erreur.

M. Wyrouboff présente la note suivante :

Sur les propriétés optiques du benzile et du carbonate de guanidine,

par M. G. Wyrouboff.

I. *Benzile.* — Le benzile dans lequel M. des Cloizeaux a découvert le pouvoir rotatoire (1), cristallise, comme on sait, en très beaux cristaux formés par un prisme hexagonal surmonté de deux pyramides directes. Aucune facette hémiédrique n'y a été observée, et les cristaux sont tantôt dextrogyres, tantôt lévogyres.

Grâce à l'obligeance de M. Jungfleisch, j'ai pu examiner un certain nombre de cristaux de cette substance qui ne se trouve pas dans le commerce, et qui est assez difficile à préparer. Ces cristaux provenaient des mêmes cristallisations qui avaient fourni les échantillons sur lesquels M. des Cloizeaux avait fait ses observations. On ne peut guère les tailler en lames minces, tant ils sont fragiles; mais les lames de 1 millimètre d'épaisseur suffisent pour voir que les phénomènes optiques qu'elles présentent sont tout à fait comparables à ceux que j'ai décrits dans le sulfate de strychnine et l'hyposulfate de plomb. La base hexagonale est divisée en six secteurs dont les différentes couleurs deviennent plus vives par l'introduction d'un mica quart d'onde, et chacun de ces secteurs possède deux axes diversement écartés et diversement orientés par rapport aux côtés de la base. Cette division en secteurs est en général plus nette à mesure qu'on s'éloigne du centre du cristal qui est souvent à peu près homogène en lumière parallèle, et à peu près uniaxe en lumière convergente.

Lorsqu'on examine la lame en lumière convergente, à un fort grossissement, on s'aperçoit facilement qu'elle n'a pour ainsi dire pas deux points semblables au point de

(1) *Comptes rendus*, 68, p. 308; 70, 1209.

vue des propriétés optiques; par le moindre mouvement des vis micrométriques de la platine, les hyperboles s'écartent au point de devenir des axes faisant entre eux jusqu'à 30° ou se rapprochent de façon à donner l'image bien connue d'un corps uniaxe polarisant circulairement la lumière. On voit de plus leur direction changer, tantôt graduellement, tantôt brusquement, et les anneaux passer par toutes sortes de couleurs. Il est donc certain qu'ici aussi le pouvoir rotatoire n'est pas spécifique, qu'il n'est que le résultat de la superposition de lames biaxes qui s'empilent de toutes sortes de manières, suivant les conditions de la cristallisation.

MM. Klein, Klocke, et, avec eux, la plupart des savants allemands, expliquent l'existence de ces plages diversement biréfringentes, et, en général, toutes les propriétés optiques incompatibles avec la symétrie de la forme extérieure, par une sorte de trempe produisant une compression suivant certaines directions. Le benzile m'a paru particulièrement propre à la vérification de cette hypothèse, fondée sur une fausse analogie avec les phénomènes présentés par les substances colloïdes, et à laquelle M. Mallard a opposé des arguments restés jusqu'ici sans réponse. Le benzile, en effet, fond sans se décomposer à une température relativement très basse, 95° environ; en le chauffant légèrement, on devrait donc le détremper et y faire disparaître toutes les anomalies optiques. Or, en élevant graduellement la température et en l'amenant au point où la plaque commence à se ramollir, on continue à voir, entre les nicols croisés, les mêmes plages diversement colorées, les mêmes phénomènes de deux axes diversement orientés et à écartement variable. Si la température n'a pas été brusquement élevée, surtout vers la fin de l'opération, on constate que tous ces phénomènes persistent jusqu'au moment précis où la lame fond complètement. Cette expérience me paraît contredire d'une façon simple et décisive l'explication proposée par M. Klein.

II. *Carbonate de guanidine.* — Le carbonate de guanidine, dans les cristaux duquel M. Bodewig (1) a découvert le pouvoir rotatoire, est un sel excessivement soluble et qu'il est fort difficile d'avoir en cristaux nets. Il est en général en pyramides quadratiques, avec de petites faces du prisme inverse et de la base ; quelquefois c'est le prisme qui domine, et les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical. Le clivage est parfait suivant la base, mais la substance est très tendre et légèrement déliquescente ; il n'est donc pas commode d'avoir des lames un peu minces. Lorsqu'on y parvient, et qu'on observe la préparation en lumière parallèle, en plaçant l'un des côtés du carré dans le plan de polarisation, elle paraît parfaitement homogène et donne une teinte uniforme d'un gris bleuâtre. Mais il suffit de tourner la platine du microscope de quelques degrés pour voir apparaître des bandes diversement éclairées. Ces bandes, qui sont plus ou moins larges, sont disposées parallèlement aux côtés du carré et forment ainsi quatre secteurs limités par les diagonales ; le maximum d'éclairement a lieu lorsque le plan de polarisation passe par ces diagonales. En lumière convergente on voit très nettement la croix noire se disloquer dans deux directions à peu près rectangulaires, faisant avec les côtés du carré des angles très voisins de 45°.

C'est encore, on le voit, le même phénomène que celui du sulfate de strychnine, mais infiniment moins net à cause de la faible biréfringence de la substance, et peut-être aussi à cause d'une superposition plus régulière des lames composantes.

(1) *Pogg. Ann.*, CLVIII, 122 (1876).

M. P. Curie présente le mémoire suivant :

Sur les questions d'ordre : répétitions,

par M. Pierre Curie.

I.

Dans son mémoire sur les polyèdres de forme symétrique, Bravais a groupé ceux-ci en 23 familles à l'aide de considérations sur l'ordre et la symétrie du système de points formé par leurs sommets.

La classification de Bravais s'applique aussi à tout système fini, formé par un nombre fini de points.

Je me suis proposé de classer, d'après leurs types de répétition et de symétrie, un système quelconque de points doués de propriétés quelconques. Ce problème général répond directement aux besoins de la physique, de la chimie et de la cristallographie.

Les points des systèmes que l'on aura à considérer pourront être en nombre illimité, ils pourront être doués de qualités n'apportant avec elles aucune idée de direction, telle que la densité, la température ; ou de qualités entraînant des définitions de sens et de direction les plus variées (telles que des vitesses, des forces, des intensités de champ électrique ou magnétique, des intensités de pouvoir rotatoire, etc...).

Bien que le problème soit beaucoup plus général que celui traité par Bravais, la classification qu'il a donnée s'applique en grande partie, et il a résolu dans son travail les principales difficultés : il est toutefois nécessaire de reprendre toute la question.

L'*ordre* dans un système peut se manifester de deux façons bien différentes : il y a lieu de considérer la *répétition* et la *symétrie* :

1° Les différentes parties d'un système peuvent être la répétition les unes des autres, de telle sorte que certains déplacements de tout le système laissent les choses dans

un état identique à l'état primitif pour des points fixes dans l'espace. On a alors un système de *répétition*, et nous nommerons *déplacements indifférents*, les déplacements dont nous venons de parler.

2° Soit un système quelconque, il existe un autre système tel que la comparaison des deux systèmes donne lieu à la fois à des idées d'égalité et d'opposition; les points se correspondent deux à deux, les distances des points correspondants sont les mêmes, toutes les grandeurs sont les mêmes, et pourtant les systèmes ne sont pas en général identiques et ne peuvent se superposer. Les deux systèmes sont dits *symétriques l'un de l'autre.*

Il peut se faire toutefois que les points d'un système soient tellement ordonnés et qualifiés que le système n'ait pas de symétrique ou plutôt qu'il soit identique avec le système que l'on obtient en constituant son symétrique par les méthodes ordinaires.

On dit alors que le système lui-même est *symétrique.*

Ainsi les systèmes peuvent ou non avoir des répétitions, ils sont ou ne sont pas symétriques; ce sont là des qualités distinctes; les systèmes peuvent être doués séparément de l'une ou de l'autre, ou des deux à la fois, et nous verrons que tous les types de répétition peuvent exister avec ou sans symétrie. Nous traiterons donc séparément les questions de répétition et celles de symétrie quitte à les confronter ensuite. Dans le problème général qui nous occupe, cette division est particulièrement utile, le classement des répétitions peut se faire en effet sans se préoccuper de la nature des qualités dont sont doués les points; tout repose sur cette remarque de Bravais: que telle répétition, résultant de tel déplacement indifférent du système, entraîne toute une série d'autres déplacements indifférents et de nouvelles répétitions; la nature de ce qui se répète n'intervient pas dans les démonstrations. Dans les questions de symétrie, au contraire, il y aura lieu de faire

intervenir les qualités des points et de définir la symétrie d'un point doué de telle qualité que l'on voudra.

Ce qui suit est relatif aux répétitions autour d'un point dans un système limité ou illimité.

II. DÉFINITIONS.

3. Système d'ordre n. — Un système étant donné, considérons-le comme fixe dans l'espace; mais supposons un second système identique au premier, et pouvant se déplacer tout d'une pièce sans altération; il pourra se faire que pour plusieurs positions dans l'espace, le système mobile se superpose, se confonde avec le système fixe. Il y aura coïncidence entre les deux systèmes pour ces positions.

Nous appellerons *système de répétition d'ordre n*, un système pour lequel il y a coïncidence pour n positions différentes du système mobile. On pourra encore dire qu'un système de répétition d'ordre n est un système qui présente $(n-1)$ *déplacements indifférents* distincts (2).

4. Points homologues, centres de répétition. — Tous les points du système fixe qui se confondront avec un même point du système mobile, lors des diverses coïncidences des deux systèmes, sont des *points directement homologues*.

Si un point du système fixe se confond avec un même point du système mobile pour q positions, différentes des deux systèmes, ce point sera q fois son propre homologue, il sera un *centre de répétition d'ordre q*.

Ou bien encore : un point sera un *centre de répétition d'ordre q* lorsque, déplaçant le système mobile tout en laissant le point fixe, on trouvera q positions différentes pour lesquelles les deux systèmes coïncideront.

Les points homologues, les centres de répétition homologues, sont des *points de même espèce*, *des centres de répétition de même espèce*.

5. Droites homologues, droites doublées, axes de répétition. — Toutes les droites du système fixe qui se confondront avec une même droite ayant un certain sens du système mobile lors des coïncidences des deux systèmes, sont des *droites directement homologues*.

Il y a avantage pour l'harmonie des théorèmes à considérer *un sens* à chaque droite, c'est dans cette acception que nous emploierons le mot droite. Dans une ligne droite, nous verrons deux droites, ayant des sens opposés et que nous pourrons appeler *droites inverses* l'une de l'autre. Ainsi c'est un sens déterminé d'une ligne droite qui est homologue d'un sens déterminé d'une autre ligne droite, lorsque l'on dit que les deux droites sont homologues.

Si l'on a des droites homologues entre elles, les inverses de ces droites (c'est-à-dire celles qui coïncident avec elles, mais qui sont de sens opposé) sont aussi homologues entre elles. Tandis que des droites se confondent avec une même droite du système mobile, leurs inverses se confondent avec l'inverse de la droite du système mobile.

Une droite peut être homologue de son inverse. Il suffit que pour deux des coïncidences des deux systèmes, une même ligne du système fixe se confonde dans deux sens différents avec une même droite de sens déterminé du système mobile.

Nous appellerons alors *droite doublée* l'ensemble de deux pareilles droites homologues.

L'angle de deux droites de sens déterminé varie de 0° à 180°. Les deux droites ont une seule bissectrice.

Si une droite du système fixe se confond avec une même droite du système mobile pour n coïncidences différentes des deux systèmes, cette droite sera alors n fois sa propre homologue.

Une droite sera *un axe de répétition d'ordre* q, lorsque faisant tourner le système mobile autour de cette droite, on trouvera q positions différentes pour lesquelles les deux systèmes coïncideront.

Des droites homologues sont des droites de même espèce.

Un point sera un *centre de répétition principal* lorsqu'il sera le point de croisement de plusieurs axes.

6. Théorème. — *Les points homologues, les droites homologues, jouissent de propriétés identiques, et toute qualité d'un point ou d'une droite entraine la même qualité pour les points et les droites homologues.*

Les centres de rose, les axes de rose, ont pour homologues des centres de rose, des axes de rose de même ordre et de même espèce (centres et axes homologues).

Si une droite constitue avec son inverse une droite doublée, toutes les droites homologues de la précédente constitueront avec leurs inverses des droites doublées; donc si l'on a p droites homologues, l'ensemble formera $\frac{p}{2}$ droites doublées, et p sera forcément pair.

6. Axes doublés. — Si une droite constitue un axe de répétition d'ordre q, son inverse constitue un axe de répétition également d'ordre q, mais en général d'une autre espèce. Si les deux axes sont de même espèce, c'est que l'on a affaire à une droite doublée, les deux axes constituent alors un *axe doublé*. Exemples: (L'axe ternaire du tétraèdre régulier est un axe simple, et son inverse est un axe ternaire d'une autre espèce. L'axe ternaire du cube est un axe doublé.)

C'est cette notion d'un sens dans les droites homologues qui entraine avec elle la considération des droites doublées et des axes doublés qui nous a conduit à l'énoncé d'un théorème fondamental qui avait échappé à Bravais. Ce théorème lie entre eux le nombre et l'ordre des axes de répétition se coupant en un même point (8). De plus les énoncés de plusieurs théorèmes, de restrictifs qu'ils étaient, deviennent généraux.

III. MARCHE SUIVIE POUR CLASSER LES RÉPÉTITIONS D'UN SYSTÈME AUTOUR D'UN POINT.

Nous donnerons d'abord la suite très détaillée des propositions qui permettent d'établir cette classification. La démonstration des propositions précédées d'un astérisque (*) sera donnée sous les mêmes numéros bissés dans la 4e partie. Les autres propositions ne nous ont pas semblé nécessiter d'éclaircissements.

8*. Si le système d'ordre n possède p axes d'ordre q de même espèce, passant par un même point, on aura nécessairement $p\ q = n$.

Pour un autre système d'axes (p' d'ordre q') passant par le même point, on aurait $p'\ q' = n$, etc...

(1) $n = p\ q = p'\ q' = p''\ q''$.

9*. La portion du système *adhérente* à un axe (c'est-à-dire la portion contenant toutes les lignes passant par le centre, et plus rapprochées de cet axe que d'aucun autre de même espèce) est identique pour chacun des p axes, et l'axe qu'elle contient est pour elle un axe d'ordre q.

10. Lorsqu'un système possède un axe d'ordre q, les divers déplacements indifférents autour de cet axe peuvent s'obtenir successivement à l'aide de rotations successives d'angle $\frac{2\pi}{q}$ (Bravais).

11. On peut diviser l'espace autour d'un axe d'ordre q, en q portions identiques entre elles, limitées par des plans faisant entre eux successivement des angles égaux à $\frac{2\pi}{q}$.

12. Lorsqu'un système possède p axes d'ordre q de même espèce, on peut diviser chaque portion adhérente à un axe en q portions identiques (9 et 11).

Tout le système peut donc être décomposé en n portions identiques (angles polyèdres constitutifs, ou *portions constitutives*); dans les divers déplacements indifférents

du système, une des portions constitutives vient successivement prendre la place de toutes les autres, sans jamais coïncider deux fois avec la même.

13*. Les différents axes du système seront nécessairement sur le contour des portions constitutives (12).

14. Le *plan bissecteur* ou *cloisonnement* relatif à 2 axes (nous nommerons ainsi le plan normal au plan des 2 axes et passant par leur bissectrice) divise le système en deux portions, chacune renfermant les points plus rapprochés de l'axe qu'elle contient que de l'autre axe.

15. Si l'on mène tous les cloisonnements relatifs à un même axe groupé successivement avec chacun des axes de même espèce, on aura constitué toutes les parois nécessaires à la délimitation de la portion adhérente à l'axe considéré.

---

16. Le déplacement d'un système, dont un point reste fixe, peut toujours se faire à l'aide d'une seule rotation d'un angle convenable effectué autour d'un axe convenablement choisi passant par le point (Euler).

17. Un type de répétition sera défini entièrement par les axes qu'il contient (16).

18. Pour qu'une réunion d'axes, se coupant en un même point, constitue un type de répétition; il faut, et il suffit, qu'ayant construit cette réunion d'axes, on obtienne un ensemble *cohérent*, c'est-à-dire un ensemble dans lequel on puisse effectuer tous les déplacements indifférents que font prévoir les axes sans nécessiter l'existence de nouveaux axes (17).

19*. Dans le plan bissecteur ou cloisonnement, relatif à deux axes de même espèce et d'ordre q, doit toujours se trouver au moins q directions d'axes, c'est-à-dire $2q$ axes (16).

20. Lorsqu'un même plan contient m axes d'ordre pair,

les axes successifs doivent former entre eux des angles égaux valant $\frac{2\pi}{m}$ (Bravais).

21. La normale au plan de deux axes binaires est toujours un axe doublé.

22*. Tous les cas de répétition se ramènent aux trois cas suivants :

1° *Systèmes sphéroédriques* : systèmes ayant des axes de même espèce d'ordre supérieur à 2, formant entre eux des angles différant de π, c'est le cas général.

2° *Systèmes à axes principaux* : systèmes possédant un axe doublé unique de son espèce.

3° *Systèmes à une seule direction d'axes* : systèmes possédant seulement un axe et son inverse d'une autre espèce.

4° *Systèmes ayant des axes d'ordre infini ou une infinité d'axes.*

23. Notations :

KL^q . K axes d'ordre q d'une même espèce.

Kl^q . Inverse des précédents.

$[KL^q]$. La parenthèse indique que les K axes d'ordre q constituent $\frac{K}{2}$ axes doublés.

C_n^n Centre de répétition principal d'ordre n.

Cas des systèmes sphéroédriques. — Systèmes ayant des axes de même espèce, d'ordre supérieur à 2, formant entre eux des angles différant de π.

24*. Par rotation autour d'un axe du cloisonnement relatif à cet axe, et à l'axe le plus rapproché de même espèce, on constitue autour du premier axe un angle polyèdre régulier ayant q faces.

25*. Les arètes de ce polyèdre sont des axes d'ordre supérieur à 2, d'une autre espèce que les premiers considérés. (Appelons les axes de la première espèce les axes A, et ceux de la seconde espèce les axes B.)

26*. L'angle polyèdre considéré n'est autre que la portion adhérente à l'axe A qu'il contient.

27*. La bissectrice de l'angle face du polyèdre est un axe binaire. (Appelons axes C les axes de cette espèce.)

28*. Il ne peut exister plus de 3 espèces d'axes, et il doit toujours y en avoir 3, dont une binaire C, et deux A et B d'ordre supérieur à 2.

Soit p axes d'ordre q de la première espèce p' d'ordre q' de la seconde, p'' d'ordre 2 de la troisième :

$$(1)\ n = pq = p'q' = p''\,2.$$

29. On peut aussi bien diviser le système en p portions adhérentes aux axes A, ou en p' portions adhérentes aux axes B.

Les p premières peuvent se décomposer en q trièdres isocèles, jouant le rôle de portions constitutives du système, de même la portion adhérente à un axe B peut se décomposer en q' trièdres isocèles distincts des précédents, jouant également le rôle de portions constitutives.

29. Evaluant l'angle solide ω d'une des portions constitutives d'une part comme fraction de la sphère et d'autre part à l'aide des angles dièdres, on trouve :

$$(2)\ \omega = \frac{4\pi}{n} = \left(\frac{1}{q} + \frac{1}{q'} - \frac{1}{2}\right) 2\pi \text{ (Mallard).}$$

Cet angle ω ne devant pas être nul, on tire des inégalités

$$\frac{1}{q} + \frac{1}{q'} - \frac{1}{2} > 0 \quad q < 3 \quad q' < 3$$

des conditions de possibilité pour q et q'.

Les seuls cas possibles sont :

$$q' = 3 \text{ avec } q = 3$$
$$q' = 3 \text{ avec } q = 4$$

$$q' = 3 \text{ avec } q = 5$$
$$q' = 4 \text{ avec } q = 3$$
$$q' = 5 \text{ avec } q = 3$$

Les deux derniers cas ne se distinguent pas des deux premiers.

Dans les systèmes sphéroédriques, tous les axes sont d'ordre inférieur à 6 (Bravais).

31. En se servant des équations (2) et des équations (1) $n = pq = p'q' = p''2$, on arrive aux trois types suivants comme étant seuls possibles :

	q	q'	n	p	p'	p''	
1er Groupe. . .	3	3	12	4	4	6	$4L^3$, $4L^3$, $[6L^2]$ C_R^{12}
2e Groupe. . .	4	3	24	6	8	12	$[6L^4]$, $[8L^3]$, $[12L^2]$, C_R^{24}
3e Groupe. . .	5	3	60	12	20	30	$[12L^5]$, $[20L^3]$, $[30L^2]$, C_R^{60}

32*. Les axes binaires des trois groupes et tous les axes des deux derniers groupes doivent être des axes doublés. les axes ternaires du premier groupe sont au contraire des axes simples et les axes des deux espèces d'axes ternaires de ce groupe sont inverses l'un de l'autre.

33. Pour les 3 types que nous venons de considérer, on peut toujours construire l'angle polyèdre régulier, jouant le rôle de polyèdre adhérent à l'un des axes. Ce polyèdre d'angle solide $\frac{2\pi}{q}$ et d'angle dièdre $\frac{2\pi}{q'}$ sera unique.

34*. Avec l'angle polyèdre précédent, on pourra toujours construire un système cohérent. Ce système sera unique.

Les 3 types précédemment considérés existent donc, et il n'existe qu'un système répondant à chacun d'eux.

(*A suivre.*)

IMPR. PAUL BOUSREZ, 5, R. DE LUCÉ, TOURS.

SYSTÈMES A AXES PRINCIPAUX. — (Système possédant un axe doublé, unique de son espèce.)

36. Les portions adhérentes à chacun des axes comprennent toutes les directions correspondant à un hémisphère.

37. Les autres axes du système ne peuvent se trouver que dans le plan normal au premier axe qui sépare les deux hémisphères.

38. Ces axes sont tous binaires, ils doivent être en nombre $2q$ (q étant l'ordre de l'axe doublé).

Ces axes binaires sont de deux espèces, q de chaque espèce. Les axes successifs forment entre eux des angles égaux et sont d'espèce différente.

Notation générale $[2L^q]$, qL'^2, qL''^2, C^{2q}_R.

Lorsque q est pair, les axes binaires sont doublés; lorsque q est impair, ils sont simples, et un axe d'une espèce a pour inverse un axe de l'autre.

L'axe doublé peut être d'un ordre quelconque.

SYSTÈMES A UNE SEULE DIRECTION D'AXES. — SYSTÈMES POSSÉDANT UN AXE UNIQUE ET SON INVERSE.

39. Ce système comprenant évidemment un seul type peut exister, et l'axe peut être d'un ordre quelconque. L^q, l^q, C^q_R.

CAS DES AXES D'ORDRE INFINI OU D'UNE INFINITÉ D'AXES.

40. Lorsqu'il existe deux directions d'axe d'ordre infini (*d'isotropie*) ne constituant pas un axe doublé, toutes les droites sont des axes d'ordre infini de même espèce. C'est le cas des systèmes sphériques $[\infty L^\infty]$ C^∞_R.

41. Lorsqu'il existe un seul axe d'isotropie doublé, les autres axes qui peuvent et doivent exister sont des axes binaires en nombre infini, situés dans un plan normal, à l'axe d'isotropie (19).

On est évidemment dans un cas particulier des systèmes à axes principaux. $[2L^{\infty}][\infty L^{2}]\ C_{R}^{\infty}$.

42. Il peut encore exister un seul axe d'isotropie et son inverse d'une autre espèce. Cas particulier des systèmes à une seule direction d'axe. L^{∞}, i^{∞}, C_{R}^{∞}.

43*. Il ne peut exister une infinité d'axes d'ordre fini supérieur à deux.

44*. Lorsqu'il existe une infinité d'axes d'ordre 2, le seul cas possible est celui des systèmes à un seul acide d'isotropie doublé (41).

REMARQUES GÉNÉRALES.

45. La bissectrice de l'angle des deux axes les plus rapprochés d'une même espèce d'ordre supérieur à deux est toujours un axe binaire (27 *bis*).

46. Les équations :

(1) $n = p\,q = p'\,q' = p''\,2$

et (2) $\omega = \frac{4\pi}{n} = \left(\frac{1}{q} + \frac{1}{q'} - \frac{1}{2}\right) 2\,\pi$ ou $\frac{2}{n} = \frac{1}{q} + \frac{1}{q'} - \frac{1}{2}$

sont générales pour tous les systèmes à plusieurs directions d'axes. On tire de ces équations les suivantes :

$$(3)\ p + p' - p'' = 2$$

$$(4)\ p + p' = \frac{n}{2} + 2.$$

47. Réciproquement : à toutes les solutions du système d'équations indéterminées (1) et (2), ou encore du système équivalent (1) et (4), répondent des types d'axes se coupant en un même point.

Donc *la recherche des différents cas de répétitions autour d'un point peut être ramenée à la résolution des équations indéterminées :*

$$(1)\ n = pq = p'q'$$

$$\text{et } (4)\ p + p' = \frac{n}{2} + 2,$$

c'est-à-dire au problème suivant : *trouver un nombre et deux de ses facteurs tels que la somme des deux facteurs soit égale à la moitié du nombre plus deux.*

48. La recherche des différents types de répétition autour d'un point se confond aussi avec la recherche des différentes manières de diviser l'espace autour du point en angles polyèdres réguliers égaux (Bravais).

49. L'équation (3) $p + p' = p'' + 2$ se confond pour certains polyèdres avec la formule d'Euler, $F + S = A + 2$, reliant entre eux le nombre des faces, des sommets et des arètes.

LA CLASSIFICATION ÉTABLIE S'APPLIQUE A TOUT SYSTÈME LIMITÉ.

50. On peut toujours faire passer un système d'une position à une autre dans l'espace à l'aide d'une rotation autour d'une certaine droite suivie d'un glissement effectué parallèlement à cette même droite. Le glissement entraîne le déplacement de tous les points du système. (Chasles.)

51. Lorsqu'un déplacement indifférent peut s'obtenir par un glissement simple ou accompagné d'une rotation effectuée autour d'une droite parallèle au glissement, le système est illimité.

Les déplacements indifférents où tous les points se déplacent sont dans ce cas. *Dans un système limité, les déplacements indifférents peuvent s'effectuer par de simples rotations.*

52. Lorsqu'il existe deux axes parallèles dans un système, il existe des axes parallèles aussi éloignés que l'on veut et le système est illimité.

CLASSIFICATION DES SYSTÈMES DE RÉPÉTITION

		ORDRE DES AXES			ORDRE du système	NOMBRE DES AXES			
		q	q'	q''	n	p	p'	p''	
Systèmes sphériques.	Classe I $[{}^{\infty}L^{\infty}]$, C_R^{∞}	∞			∞	∞			sphère.
Systèmes sphéroëdriq.	Cl. II. $4L^3$, $4l^3$ $[6L'^2]C_R^{12}$	3	3	2	12	4	4	6	tétraèdre régulier.
	Classe III. $[6L^4]$, $[8L'^3]$, $[12L''^2]$, C_R^{24}	4	3	2	24	6	8	12	cube. octaèdre.
	Cl. IV. $[12L^5]$, $[20L'^3]$, $[30\,L''^2]$, C_R^{60}	5	3	2	60	12	20	30	dodécaèdre régulier. icosaèdre.
Systèmes à axes princip. $[2L_q], qL^2, qL''^2$	Classe V. q pair, $q = 2\,k$.	2	2	2	4	2	2	2	parallélipipède rectangle.
		4	2	2	8	2	4	4	
		6	2	2	12	2	6	6	f. cristalline de l'émeraude.
		$2\,k$	2	2	$4\,k$	2	$2\,k$	$2\,k$	
	Classe VI. q impair. $q = 2\,k + 1$	3	2	2	6	2	3	3	f. cristalline du quartz.
		5	2	2	10	2	5	5	
		$2\,k + 1$	2	2	$2(2k+1)$	2	$(2\,k + 1)$	$(2\,k + 1)$	
	Cl. VII. $q = \infty$	∞	2		∞	2	∞		cylindre.
Systèmes à une seule direction d'axes.	Cl. VIII. Lq, lq, C_R^q	2	2		2	1	1		
		3	3		3	1	1		f. crist. tourmaline.
		q	q		q	1	1		
	Cl. IX. L^{∞}, l^{∞}, C_R^{∞}	∞	∞		∞	1	1		tronc de cône, champ électr.
Systèmes sans répétition	Classe X. 01., 0C.				0				

53. Lorsqu'il existe deux axes non situés dans un même plan dans un système, deux rotations indifférentes successives autour des deux axes donnent un déplacement où aucun point ne reste fixe, et le système est illimité (51).

54. Tous les axes d'un système ne peuvent être situés dans un même plan.

55. *Un système limité possède un seul centre de répétition principal par lequel passent tous les axes.*

IV.

Cette quatrième partie comprend les démonstrations d'un certain nombre des propositions énoncées dans la troisième; elles sont classées sous les mêmes numéros bissés.

8 *bis*. Théorème : *Si plusieurs axes de répétition appartenant à un ou plusieurs systèmes d'axes homologues passent par un même point, le produit du nombre d'axes de chaque espèce par l'ordre de l'axe correspondant est un nombre constant et égal à l'ordre du centre de répétition que constitue le point.*

Soit, par exemple, p le nombre d'axes homologues appartenant à une première espèce, q l'ordre de ces axes; p' et q', p'' et q''..., etc..., le nombre et l'ordre des autres espèces d'axes; et soit n l'ordre du centre de répétition que constitue le point, on aura

$$n = pq = p'q' = p''q'' = \ldots\ldots$$

En effet, considérons toujours un système fixe et un système mobile identique; choisissons un certain axe d'ordre q passant par le point dans le système mobile, et soit p le nombre d'axes de cette espèce passant par le point dans le système. Dans les différentes coïncidences des deux systèmes considérées successivement, l'axe

choisi se confondra avec les p axes homologues du système fixe, d'où p groupes distincts de coïncidences; dans chacun de ces groupes, on trouvera les q coïncidences distinctes que l'on obtiendrait en faisant tourner le système mobile autour de l'axe choisi; d'où pq coïncidences distinctes.

De plus, on a considéré ainsi tous les cas de coïncidences, car pour une quelconque d'entre elles, l'axe choisi précédemment dans le système mobile, se confond avec un des p axes de même espèce du système fixe, et nous avons considéré dans chacun des cas de ce genre les q coïncidences possibles. Donc n étant l'ordre de l'axe de répétition que constitue le point $n = pq$.

Pour d'autres espèces d'axes, on aurait de même

$$n = p' \, q'.$$
$$n = p'' \, q'', \text{ etc.} \qquad \text{c. q. f. d.}$$

Exemples :

Tétraèdre régulier : par le centre de figure passe :

Axes d'une 1re espèce, 4 axes d'ordre 3. — $4 \times 3 = 12$:

Axes d'une 2e espèce, 4 axes d'ordre 3 (inverses des précédents) : $4 \times 3 = 12$.

Axes d'une 3e espèce, 6 axes d'ordre 2 (3 axes doublés) : $6 \times 2 = 12$.

Le tétraèdre régulier possède un centre de répétion d'ordre 12.

Forme géométrique des cristaux de quartz :

Axes d'une 1re espèce, 2 d'ordre 3 (un axe doublé) : $2 \times 3 = 6$.

Axe d'une 2e espèce, 3 d'ordre 2 — $2 \times 2 = 6$.

Axe d'une 3e espèce, 3 d'ordre 2 (inverses des précédents) : $3 \times 2 = 6$.

— *Dodécaèdre pentagonal régulier et icosaèdre régulier* :

Axes d'une 1re espèce, 12 d'ordre 5 (6 axes doublés) : $12 \times 5 = 60$.

Axes d'une 2e espèce, 20 d'ordre 3 (10 axes doublés) : $20 \times 3 = 60$.

Axes d'une 3e espèce, 30 d'ordre 2 (15 axes doublés) : $30 \times 2 = 60$.

Cylindre circulaire droit :

Axes d'une 1re espèce, 2 d'ordre ∞ (un axe doublé) : $2 \times \infty = \infty$.

Axes d'une 2e espèce, une infinité d'ordre 2 (axes doublés) : $\infty \times 2 = \infty$.

9 (*bis*). Un axe d'ordre q doit être un axe d'ordre q pour sa portion adhérente, puisque une rotation de $\frac{2\pi}{q}$ autour de l'axe est un mouvement indifférent. Les q portions adhérentes aux p axes, sont toutes identiques entre elles, puisque, après un mouvement indifférent amenant un axe sur un autre, la portion adhérente au premier axe doit coïncider avec celle du second.

13 (*bis*). Aucun axe ne peut être situé dans l'angle solide d'une portion constitutrice, car il y aurait alors n axes semblables se coupant au centre principal d'ordre n. La relation $pq = n$ donnerait alors $q = 1$.

19 (*bis*). On doit trouver q déplacements indifférents distincts amenant un axe d'ordre q à coïncider avec un autre axe d'ordre q de même espèce, ces q déplacements indifférents doivent être des rotations effectuées autour d'axes faisant des angles égaux avec les deux premiers (6), c'est-à-dire situés dans le plan bissecteur relatif à ceux-ci.

21 (*bis*). Deux rotations successives égales à π autour de deux axes binaires, faisant entre eux un angle égal à α équivalent à une rotation unique d'angle 2α autour d'une droite normale aux axes binaires.

Toute normale à un axe binaire est une droite doublée.

22 (*bis*). Les systèmes sphéroédriques à axes principaux ou à une seule direction d'axes sont les seuls cas d'axes multiples qui peuvent se présenter. En effet, un système possédant deux directions d'axes possède tou-

jours deux axes de la même espèce (il suffit de faire tourner un des axes autour de l'autre pour montrer la nécessité d'un autre axe de même espèce que le premier).

Un système qui possède deux axes de même espèce d'ordre supérieur à 2, rentre évidemment dans les cas cités. Un système qui possède 2 axes binaires de même espèce doit avoir au moins 2 directions d'axes dans le plan bissecteur des deux premiers (19), l'une d'elles au moins correspond à un axe d'ordre supérieur à 2. (Le déplacement indifférent qui lui correspond étant d'un angle inférieur à π.) En faisant tourner autour d'un des axes binaires on a alors 2 axes de la même espèce d'ordre supérieur à 2.

24, 25, 26, 27 (*bis*). Angles polyèdres adhérents dans les systèmes sphéroédriques.

Nous représenterons les plans et les axes passant par un centre principal O à l'aide de leurs intersections avec une surface sphérique ayant son centre en O.

Soit O A et O A′, deux axes d'ordre q supérieurs à 2, choisis parmi les plus rapprochés d'une même espèce. Nous supposerons de plus que ces axes ne constituent pas un axe doublé.

Soit B_1 B_2, le plan bissecteur relatif à ces deux axes, faisons tourner le système de $\frac{2\pi}{q}$ autour de l'axe O A et cela q fois successivement, l'axe O A_1 viendra successivement en O A_2, O A_3, O A_4, ... OA_q et là devront se trouver des axes de même espèce; le plan bissecteur viendra former les faces d'un angle polyèdre régulier convexe ayant q faces entourant l'axe O A.

On peut amener l'arête OB_1 en OB_2 par deux mouvements indifférents distincts à savoir : une rotation d'angle $\frac{2\pi}{q}$ au-

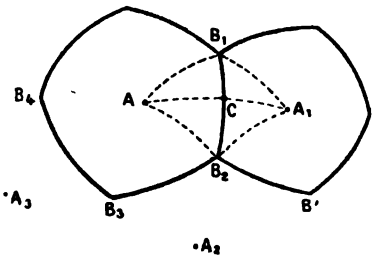
tour de A (B_2 vient en B_3) ou bien une rotation de même angle autour de A (B_2 vient en B').

Les arêtes B sont donc des axes de répétition, puisque 2 positions de coïncidences se rencontrent autour de l'une d'elles; pour passer de l'une à l'autre, il suffit de tourner de l'angle B_3 B_2 B'.

Remarquons encore :

1° *Que les axes B ne sauraient être de l'espèce des axes A*, puisqu'ils sont plus rapprochés de certains axes A que ne le sont les axes A_1 et A l'un de l'autre et ceux-ci ont été choisis parmi les plus rapprochés de cette espèce. En effet, dans le trièdre A A_1 B_1 O, la somme des angles dièdres en A et A_1 est égale ou inférieure à 120° (la valeur de 120° répondrait au cas où $q = 3$), la valeur de l'angle en B de ce trièdre sera toujours plus grande que 60°, la face du trièdre opposé à l'angle B sera donc plus grande que celle opposée à un angle A d'où A $A_1 > A_1$ B_2.

2° *Qu'il n'y a pas d'axes A plus rapprochés d'un axe B que ne l'est l'axe que contient l'angle polyèdre d'une de ses arêtes.*



En effet, si un pareil axe A' existait plus voisin de B^2, par exemple que n'est l'axe A, il existerait au moins q' axes analogues autour de B_2 (q' étant l'ordre de l'axe B); parmi eux on en trouverait au moins un dans l'intérieur de l'angle B' B_2 B_3 et cet axe de l'espèce A se trouverait plus rapproché de A ou de A_1 que ne l'est B et

par conséquent que ne le sont A et A_1 l'un de l'autre, ce qui est absurde.

— Nous avons précédemment construit un polyèdre dont les faces sont des plans bissecteurs et limitent un angle solide autour d'un axe ; cet angle solide est peut-être plus grand, mais il n'est pas plus petit que la portion adhérente à l'axe et doit contenir celle-ci (15); nous allons montrer qu'il est justement égal à cette portion en prouvant qu'aucun autre plan bissecteur relatif à l'axe considéré ne vient le sectionner.

Revenons à notre figure sur la surface sphérique. Si un plan bissecteur P venait sectionner la portion comprise dans le polyèdre B_1 B_2 B_3 B_4, ce plan correspondrait à l'axe A et à un autre axe A′ de même espèce. Le plan P séparerait l'angle A d'un au moins des sommets du polyèdre de B_2 par exemple; et B_2 serait plus rapproché d'un axe de même espèce que A, que de A lui-même (14); nous avons vu que c'était impossible.

Ainsi dans les systèmes sphéroédriques, les portions adhérentes aux axes d'ordre supérieur à 2 sont limitées par les faces d'angles polyèdres réguliers.

Construisons le polyèdre adhérent à l'axe A, en faisant tourner B_1 B_2 autour de A_1; on doit pouvoir faire passer le premier angle polyèdre sur le second par q mouvements indifférents distincts. Une même face B_2 B_3, par exemple, du premier angle polyèdre devra coïncider dans ces q cas avec chacune des faces du second angle polyèdre.

Pour faire coïncider les deux angles solides et faire venir B_2 B_3 en B_2 B_1, il n'y a qu'à faire tourner le premier angle solide de B_1 B_2 B_3 autour de B_2. Cet angle B_1 B_2 B_3 est du reste le plus petit qui corresponde à un mouvement indifférent autour de B_2 (sans quoi il y aurait deux axes de l'espèce A plus rapprochés l'un de l'autre que A_1 de A); on a donc B_1 B_2 $B_3 = \frac{2\pi}{q'}$, q' étant l'ordre de l'axe B.

Pour faire coïncider les deux angles solides et faire venir $B_1 B_2$ en $B_2 B_1$, il n'y a qu'à faire tourner autour de O C d'un angle égal à π.

O C est donc un axe binaire.

Théorème. — Nous venons de démontrer implicitement que *la bissectrice de l'angle des deux axes les plus rapprochés d'une même espèce d'ordre supérieur à 2 est toujours un axe binaire.*

28 *bis*. On peut décomposer chaque polyèdre adhérent en q trièdres constitutifs isocèles, tels que OAB_1B_2.

Il ne peut exister d'autres axes que ceux des espèces A, B, C, situés respectivement aux centres, suivant les arêtes, suivant les milieux des faces des polyèdres adhérents.

D'autres axes ne permettraient pas, quels que soient leur ordre et leur position, d'amener le trièdre constitutif le plus voisin à coïncider avec un autre (12).

32 *bis*. Les axes binaires dans les systèmes sphéroédriques et tous les axes dans les systèmes des deux derniers groupes sont des axes doublés; car s'ils étaient simples, leurs inverses constitueraient des axes de même ordre, mais d'espèce différente, qui ne se trouvent pas dans le système.

Les axes ternaires du premier groupe sont seuls divisés en deux espèces de même ordre, avec un même nombre d'axes dans chaque espèce. Ils constituent, en effet, quatre axes simples et leurs inverses, car s'ils étaient doublés, une espèce comprendrait deux axes doublés, et il ne serait pas possible de constituer les trois arêtes de l'angle polyèdre adhérent à un axe de l'autre espèce.

34 *bis*. *On peut toujours juxtaposer des angles polyèdres réguliers, égaux d'angles* $\frac{2\pi}{q}$ *jusqu'à remplir tout l'espace autour du sommet exactement;* car s'il restait un espace vide, cet espace vide étant limité par des faces de l'angle polyèdre, faisant entre elles des angles au moins égaux à

ses angles dièdres, pourrait toujours contenir le polyèdre. De plus, on peut toujours juxtaposer les angles solides à partir d'un quelconque des axes, de façon à conserver jusqu'à la fin sa nature. (Il suffit, par exemple, de juxtaposer ensemble neuf angles solides autour de l'axe d'ordre q.) Enfin, il n'y a pas deux façons de juxtaposer les polyèdres, car chaque juxtaposition suivant une face du contour déjà formé se fait sans ambiguïté.

---

43 *bis*. Si un système possède une infinité d'axes, il possède des axes infiniment rapprochés.

Si un système possède deux axes infiniment rapprochés d'ordre supérieur à deux, se rencontrant en un même point, toute droite passant par le point est un axe de répétition de même espèce. En effet, s'il y a deux axes infiniment rapprochés, il y aura toujours deux axes infiniment rapprochés de même espèce. Soit une droite donnée plus éloignée, je dis qu'elle est encore un axe de même espèce :

On peut toujours, par un déplacement indifférent autour d'un des deux axes de même espèce, obtenir un troisième axe semblable plus rapproché de la droite donnée que les deux premiers. En répétant des opérations semblables autour des nouveaux axes obtenus, on approchera autant que l'on voudra de la droite donnée; chaque rapprochement sera, en effet, toujours plus grand qu'une fraction déterminée de la distance des deux premiers axes, fraction calculée par le rapprochement dans le cas le plus désavantageux. (Si les axes étaient binaires, cette fraction serait nulle, et le raisonnement ne s'applique plus.)

— Si toutes les droites autour d'un point sont des axes de répétition, ces axes sont des axes d'isotropie, et l'on a affaire aux systèmes sphériques.

En effet, considérons deux axes OA', OA', d'ordre q. faisant entre eux un angle voisin de π; dans le plan bissecteur relatif aux deux axes doivent se trouver $2q$ axes

de répétition de même espèce, qui doivent amener OA sur OA' (19), pour des angles compris dans la formule $K \frac{2\pi}{q}$, K étant entier; or, dans le cas particulier considéré, ces angles doivent tous être très voisins de π, c'est-à-dire différer très peu, il faudra donc que q soit extrêmement grand, c'est-à-dire que les axes soient d'ordre infini.

Remarque : *Il peut exister normalement à un plan une infinité d'axes d'ordre fini supérieur à 2. — Cette propriété* (comme nous venons de le voir) *ne s'étend pas à une surface sphérique.*

44 *bis.* Si un système possède deux axes binaires infiniment rapprochés se rencontrant en un point, toutes les droites situées dans le plan des deux premières et passant par le point sont des axes binaires; la ligne perpendiculaire au plan est un axe d'isotropie doublé, et l'on rentre dans la classe VII.

En effet, à l'aide de rotations successives, on amène un des axes dans une direction quelconque dans le plan des deux axes; de plus, une rotation quelconque, autour d'un axe perpendiculaire au plan des axes binaires, équivaut toujours à deux rotations successives de 180° autour de deux axes du plan.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE

ANNÉE 1884. — BULLETIN N° 4.

Compte rendu de la séance du 17 avril 1884

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT.

M. le président annonce deux présentations.

M. le Dr K. DE CHROUSTSCHOFF, 15, Kaiser-Wilhelm-Strasse, Leipzig, est nommé membre sur la présentation de MM. Friedel et Jannettaz.

M. H. Dufet donne lecture du rapport suivant :

Rapport de la Commission de comptabilité.

La commission nommée par la Société pour examiner les comptes de M. le trésorier, en a constaté la parfaite régularité; en conséquence, elle vous propose de les approuver, et a cru être votre interprète en adressant à M. Jannettaz des remerciements pour le zèle qu'il apporte à remplir les fonctions que vous lui avez confiées.

La commission s'est trouvée d'accord avec M. le trésorier pour reconnaître que les finances de la Société, sans être obérées, nous recommandent la plus stricte économie; il serait désirable de voir plus de régularité dans le payement des cotisations. En particulier, les membres de Paris

pourraient, sans trop de gêne, les adresser directement à M. le trésorier; cela éviterait des retards dans l'encaissement, qui souvent se reportent d'une année sur l'autre. d'où naît un trouble dans l'établissement du budget.

La Commission est d'avis de proposer au conseil de la Société, pour être ensuite soumis à la ratification de l'assemblée générale, soit une augmentation de la cotisation qui de 15 fr. serait portée à 20 fr., soit un règlement différent de la répartition des frais de gravure, ce qui donnerait à notre budget une élasticité qui lui manque.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées à l'unanimité.

M. le Président annonce à la Société la perte cruelle qu'elle vient d'éprouver dans la personne d'un de ses membres honoraires, M. le professeur Quintino SELLA; il ajoute que des notices nécrologiques sur ce minéralogiste éminent ont été adressées à la Société par MM. les professeurs A. Scacchi et G. Uzielli.

La Société décide que la notice de M. Scacchi sera insérée au *Bulletin;* elle remet à la séance de mai l'élection d'un membre honoraire en remplacement de M. Sella.

Notice nécrologique sur M. Quintino Sella,

par M. ARCANGELO SCACCHI.

Je suis encore sous la douloureuse impression qui m'a saisi le cœur à la triste nouvelle que Quintino Sella n'était plus. Rarement on voit naître des hommes possédant les qualités dont la nature s'était plu à le combler. Je ne dirai point avec quel courage et quelle sage prévoyance il avait contribué à sauver l'Italie de la ruine et à lui donner Rome

pour capitale; car ses talents d'homme politique sont si grands et si brillants qu'ils font un peu pâlir à la comparaison la renommée qu'il s'est acquise dans le culte de la science, et c'est de la science que j'ai à parler dans cette enceinte.

Sella naquit à Mosso, en Piémont, le 17 juillet 1827, d'une riche famille. Comme il arrive d'habitude à ceux qui viennent au monde pour accomplir une mission, dès sa première jeunesse, il se montra supérieur à ses contemporains. Lauréat ingénieur à l'âge de 22 ans, il alla poursuivre son instruction à l'École des Mines de Paris, où il lui fut facile de se concilier la bienveillance des professeurs, particulièrement de de Sénarmont, qui le compta au nombre de ses plus chers amis. En 1838, il publia son premier mémoire sur les formes cristallines de l'argent rouge, du quartz, de la calcite, et l'autre sur la loi de la connexion entre les formes cristallines d'une même substance. Habile mathématicien, il fut capable de traiter ces questions avec la compétence des professeurs spéciaux; et les minéralogistes reconnurent bien vite en lui un génie élevé et perspicace, accommodé aux investigations des phénomènes naturels. D'autres mémoires de minéralogie firent suite aux deux premiers, et, dans presque tous, on reconnait son dessein de retracer et d'éclaircir quelques principes généraux, comme la relation qui intervient entre la composition chimique, la forme cristalline et les autres propriétés physiques des corps. Avec une attention toute spéciale, il se vouait à l'étude des cristaux maclés; il était persuadé que ceux-ci devaient servir à guider et approfondir nos connaissances sur la constitution moléculaire des corps.

Ses premiers travaux lui valurent la nomination de professeur de minéralogie et géologie à l'École d'application des ingénieurs de Turin; dans cette charge, il ne dédaigna pas d'écrire un traité élémentaire de cristallographie, qui, plus tard, eut une seconde édition typographique, car

c'était un travail didactique, vraiment admirable par la précision et l'élégance avec laquelle y sont exposées les doctrines cristallographiques.

Tandis qu'il vivait pour ainsi dire adonné tout entier au culte de sa science favorite, survint l'année 1860, qui ouvrait à l'Italie de nouvelles destinées; il fut élu député par le collège de Cossato. Dès lors, nous trouvons réunis en lui deux personnages, l'homme de science et l'homme d'État: les premiers pas de sa carrière scientifique l'avaient fait connaître comme éminent minéralogiste, de même, à son entrée dans l'enceinte parlementaire, il se révéla comme par enchantement, profond politique. L'année suivante, il fut nommé secrétaire général au ministère de l'Instruction publique, et, peu après, ministre des finances. L'énergie avec laquelle il remplit ces nouvelles fonctions et la part qu'il prit à toutes les questions politiques, firent craindre, à tort, qu'il ne fût perdu pour la science. J'ai dit à tort, car les lourdes charges du ministère ne l'empêchèrent pas de cultiver et de protéger sa science de prédilection. A preuve le magnifique palais dit du Valentin, qu'il fit obtenir à l'École des ingénieurs de Turin et ses travaux académiques, parmi lesquels je citerai spécialement le mémoire sur la forme cristalline de quelques dérivés de l'ammoniaque, publié en 1862.

Dans la même année, nous voyons Sella monter au mont Viso, avec trois hardis compagnons; chacun lira avec un vif intérêt la relation qu'il publia de cette difficile ascension. D'ailleurs, il n'était pas homme à se montrer alpiniste par simple divertissement, et son esprit, toujours tourné vers un noble but, aspirait à faire naître chez la jeunesse italienne l'enthousiasme pour les grandes fatigues et le désir de goûter les sensations sublimes, récompenses de ceux qui escaladent les hautes cimes alpines. Il fut encore promoteur du club Alpin italien, qu'il eut la satisfaction de voir prospérer au delà de toute espérance, en étendant le programme de cette institution aux observa-

tions météorologiques et au reboisement des montagnes. Par la suite, l'alpinisme devint en lui une véritable passion; il répéta plusieurs fois l'ascension du Cervin, en amenant avec lui, ce qui me semble de la témérité, ses deux fils encore en bas âge.

Plus tard, nous le retrouvons dans le camp de la géologie, et, dans un mémoire qui peut servir de modèle pour ce genre de travaux, il expose les conditions de l'industrie minière dans l'île de Sardaigne avec l'indication des améliorations qu'il convenait d'y apporter. Je ne pourrais, sans passer les bornes d'une courte notice, rappeler de combien de manières il s'était rendu utile à sa patrie; d'autant que les relations intimes que j'entretenais avec lui depuis 1861, m'autorisent à dire que, à mon avis, son amour pour la science, était la conséquence de son amour pour l'Italie qu'il désirait voir grande par la culture scientifique et littéraire. Aussi encouragea-t-il de tout son pouvoir les études pour la carte géologique d'Italie, ainsi que les sociétés géologiques; président de l'Académie romaine des Lincei, il fit sanctionner de nouveaux statuts par lesquels elle devint Académie Nationale; enfin, quoique ce ne soit pas une création scientifique, il convient de ne point passer sous silence la fondation des caisses d'épargne postales.

Parmi les qualités qui distinguaient le savant éminent dont nous déplorons la perte, il y a lieu de noter particulièrement sa persévérance jointe à une politesse de manières et à une clairvoyance de jugement qui faisaient qu'en aucun cas sa fermeté ne fut taxée d'obstination. Possédant plusieurs langues vivantes, versé d'ailleurs dans les langues classiques, son discours était pressé, convaincant plutôt encore que persuasif, vif sans phrases emphatiques. Comme s'il ne s'était pas connu lui-même, il ne faisait jamais sentir aux autres sa supériorité, usant dans sa conversation d'une extrême courtoisie. D'une constitution assez robuste, il a pu résister aux fatigues de

tout genre auxquelles il s'exposait, et il semblait né pour vivre de longues années.

Le 14 mars, l'Italie a appris avec un chagrin universel la nouvelle de sa mort prématurée, et les chambres législatives ont décrété à titre d'hommage national, l'érection d'un monument au grand citoyen enlevé à sa patrie et à la science.

M. Em. Bertrand présente les notes suivantes :

Sur une argile de la carrière du Rocher-d'Enfer, sur les bords de l'Erdre, près Nantes,

par M. Baret.

Depuis quelques années, j'ai pu constater dans les pegmatites en décomposition, une substance argileuse rose, que j'avais cru devoir ranger dans les argiles, en raison de certains de ses caractères; cependant, ne l'ayant jamais rencontrée qu'en petite quantité, j'avais, pour le moment, laissé de côté l'étude de cette substance, quand, dernièrement, j'ai constaté la présence d'un large filon de la même substance au milieu des gneiss de la carrière du Rocher d'Enfer, sur les bords de l'Erdre.

Cette carrière, formée de gneiss, est traversée par plusieurs filons de pegmatite plus ou moins décomposée: c'est dans un de ces filons que s'est trouvée, en grande abondance, la matière rose dont il est question, et dont voici les principaux caractères : « La couleur varie du rose foncé au rose le plus tendre, elle est quelquefois grise, translucide sur les bords; son aspect est gras: elle est douce au toucher, polissable à l'ongle et se laisse râcler à la manière du savon; sa structure est schistoïde: sa cassure conchoïdale; elle laisse une trace sur les corps

noirs, et se délite promptement à l'air; en contact avec l'eau, les fragments se désagrègent presque instantanément, en laissant déposer une matière grumeleuse, onctueuse, qui s'écrase facilement sous la plus légère pression; elle happe à la langue, et, chose caractéristique, au contact de l'eau, elle prend instantanément une couleur blanche persistante; au chalumeau, elle se décolore et fond très facilement en une masse blanche bulleuse; avec la solution de cobalt, les contours de la perle prennent une teinte bleue; avec le carbonate de soude, elle prend une teinte rougeâtre.

D'après ces divers caractères, dont quelques-uns l'éloignent des Halloysites et des argiles, je considère cette substance comme devant être rangée dans les produits d'altération et de mélange; elle est accompagnée de deux autres substances, dont l'une, noire, est de l'oxyde demanganèse, l'autre, blanche, paraît être, d'après M. Emile Bertrand, de la pholérite.

OBSERVATIONS DE M. EMILE BERTRAND

La substance trouvée et décrite par M. Baret se désagrège presque instantanément dans l'eau, comme l'a observé M. Baret : j'ai pu constater que le dépôt blanc pulvérulent qui se dépose immédiatement est entièrement formé de cristaux. J'ai recherché si ces cristaux se forment au contact de l'eau, ou existent déjà dans l'argile; pour cela, j'ai taillé une lame mince de la substance, ce qui offrait quelque difficulté, cette substance ne pouvant supporter la plus petite chaleur, ni la plus petite humidité. En travaillant le minéral immergé dans la benzine, j'ai pu obtenir une lame de près de 1/100 de millim., et m'assurer que la substance est presque en totalité formée de cristaux enchevêtrés. Il y aurait lieu de déterminer la nature de ces cristaux, la substance étant dans la nature

pénétrée par des couches d'un minéral blanc, qui est probablement la Pholerite, il y a lieu de supposer que les cristaux en question sont également de la Pholerite. J'ai examiné aussi la steargilite et la Montmorillonite. Ces deux espèces, au contact de l'eau, se comportent comme la substance décrite par M. Baret.

Manganostibiite, nouveau minéral de Nordmark, Wermland (Suède),

par M. L.-J. Igelström

Ce minéral, ainsi nommé de *Mangan* (manganèse), et de de *Stibium* (antimoine), se trouve avec d'autres minéraux manganésifères, tels que Hausmannite, allaktite, pyrochroïte, etc., dans le calcaire primitif, au milieu de la granulite ordinaire de Suède. Il se présente en petits grains noirs, et ressemble au fer oxydulé ou à la Hausmannite; mais sa couleur est plus noire. Il cristallise probablement dans le système orthorhombique. Les grains ont de deux à cinq millimètres de grosseur, la poudre est brunâtre, plus noire que celle de la Hausmannite. Le minéral est compacte, le clivage est difficile, l'éclat est huileux. Infusible au chalumeau, avec le carbonate de soude, sur le charbon, à la flamme réductrice, il donne des fumées d'arsenic et d'antimoine, et se réduit peu à peu en grain métallique. Avec le borax et la soude, il donne très nettement les réactions du manganèse. Il ne donne pas d'eau dans le tube. Parfaitement soluble dans l'acide chlorhydrique, avec une couleur un peu jaunâtre, dans l'acide azotique, il ne se dissout pas, mais donne de l'oxyde d'antimoine. Il est décomposé par l'hydrate de potasse. La solution chlorhydrique donne, avec l'acide sulfhydrique, de l'oxyde d'antimoine et de l'acide arsénieux.

L'analyse donne :

		OXYGÈNE	
Sb^2O^5	24,09	6,01	8,71
As^2O^5	7,44	2,60	
Mn O	55,77	4,79	8,42
Fe O	5,00	1,11	
Ca O	4,62	1,32	
Mg O	3,00	1,20	
	99,92		

Ce qui conduit à la formule

$$5\,MnO\,(Sb, As)^2O^5.$$

Nouveaux minéraux de la mine de Nordmark, Wermland (Suède),

par M. L.-J. Igelström.

J'ai découvert récemment, accompagnant d'autres minéraux manganésifères de Nordmark, Hausmannite, pyrochroïte, allaktite, etc., deux nouvelles espèces que j'ai nommées aimatolite et aimafibrite.

L'aimatolite, de αἱματοειδής, couleur de sang, a donné à l'analyse :

		OXYGÈNE.	
As^2O^5	25,70		8,93
MnO	34,55	7,89	14,73
FeO	13,05	2,88	
MgO	8,10	3,24	
CaO	2,52	0,72	
HO	16,08		14,29
	100,00		

La couleur est d'un beau rouge comme le pyrope ou le

grenat que l'on taille comme pierre précieuse, le minéral est transparent, sa poussière est rouge brique.

D'après l'examen qu'en a fait M. Émile Bertrand, sa forme extérieure est un rhomboèdre basé avec clivage basique, présentant en apparence un seul axe optique négatif, avec dislocation de la croix. L'Aimatolite est toujours cristallisée, et se trouve dans le calcaire primitif. Les cristaux, de un à deux millimètres d'épaisseur, tapissent les cavités de la gangue, et sont accompagnés de pyrochroïte, barytine, etc. Selon le sens où on les regarde, ils sont d'un beau rouge, jaunes ou bleus. Le minéral est complètement soluble dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide azotique, il fond au chalumeau sans décrépiter. donne très nettement les réactions du manganèse. Chauffé dans le tube de verre, il donne beaucoup d'eau.

L'aimatolite est un minéral très voisin de l'allaktite de M. A. Sjögren, mais il est plus basique, et contient plus de une fois et demie autant d'eau. C'est un hydro-arséniate de protoxyde de manganèse, avec protoxyde de fer et magnésie en moindre proportion. Chauffée au rouge sombre, l'aimatolite perd son eau, la différence de poids est de 12 %.

L'aimafibrite est un minéral fibreux, couleur de sang, ressemblant à l'aimatolite et à l'allaktite; c'est aussi un hydro-arséniate basique de protoxyde de manganèse avec un peu de protoxyde de fer, magnésie et chaux. Il contient plus d'acide arsénique que l'aimatolite et à peu près autant d'eau. L'allaktite en renferme plus que le tiers en moins. L'aimafibrite se trouve dans un mélange de fer oxydulé et de serpentine. Ce minéral cristallise, d'après M. Émile Bertrand en prisme droit, il présente deux axes optiques assez écartés, environ $2E = 70°$; la bissectrice aiguë est positive. Il se trouve en globules d'environ 1 centimètre de diamètre, ces globules sont formés de fibres allant du centre à la circonférence. Il donne les mêmes réactions que l'Aimatolite, soluble dans l'acide

chlorhydrique, donnant beaucoup d'eau dans le tube, des fumées d'arsenic sur le charbon, etc. Il perd son eau très facilement au rouge sombre; la perte de poids est de 10,5 °/o.

L'analyse donne :

		OXYGÈNE.	
As^2O^5	29,94		10,11
MnO	46,98	10,73	12,99
Fe O	4,65	1,03	
Mg O	2,00	0,80	
Ca O	1,50	0,43	
H O	14,93		13,27
	100,00		

On connaît donc jusqu'à présent, dans les mines de manganèse de Suède, les hydro-arséniates de manganèse suivants :

Chondroarsénite (Igelström) Pajsberg.

$$2\,(5\,MnO.As^2O^5) + 5\,HO$$

Allaktite (A. Sjögren) Nordmark.

$$2\,(3\,MnO.As^2O^5) + 8\,MnO.HO + HO$$

Aimafibrite (Igelström) Nordmark.

$$2\,(3\,MnO.As^2O^5) + 7\,MnO.HO + 6\,HO$$

Aimatolite (Igelström) Nordmark.

$$2\,(3\,MnO.As^2O^5) + 8\,MnO.HO + 6\,HO$$

En comparant ces formules, on voit que la chondroarsénite n'est pas basique, mais que les autres espèces le sont. Parmi ces dernières, la moins basique est l'allaktite, la plus basique est l'aimatolite.

L'aimafibrite et l'aimatolite, qui sont les plus basiques, ont une couleur d'un rouge plus intense, par suite de leur teneur plus grande en oxyde de manganèse, et peut-être aussi à cause de l'oxyde de fer.

Forme cristalline de l'aimafibrite et de l'aimatolite,

par M. Emile BERTRAND

M. Igelström ayant bien voulu m'envoyer quelques petits échantillons de ces deux minéraux, j'ai pu en déterminer la forme cristalline.

L'aimafibrite cristallise en prisme orthorhombique. La bissectrice aiguë positive est parallèle à l'arête *mm*; l'écartement des axes est environ $2E = 70^\circ$ $\rho > \nu$. La bissectrice obtuse négative est perpendiculaire à un clivage h^1 ou g^1. Le groupement des cristaux en globules radiés ne m'a pas permis de faire des mesures goniométriques assez exactes pour pouvoir déterminer les dimensions de la forme primitive des cristaux.

L'aimatolite se présente sous la forme extérieure d'un rhomboèdre basé, présentant un second rhomboèdre, et un clivage basique très net. Perpendiculairement à ce clivage, on voit, en lumière polarisée convergente, une croix et des anneaux avec caractère négatif, et une dislocation assez prononcée. En lumière polarisée parallèle, on peut constater que le clivage triangulaire est formé de trois cristaux différents, séparés les uns des autres par trois lignes parfaitement droites, allant du centre du triangle de clivage aux trois sommets. Chacun des triangles composants, examiné isolément, montre deux axes optiques très rapprochés, dans un plan parallèle au grand côté, avec bissectrice négative, perpendiculaire à ce même côté et légèrement oblique au plan de clivage. Les cristaux élémentaires, dont la réunion forme le rhomboèdre, appartiennent donc au système clinorhombique. Il est facile de s'assurer que ces cristaux élémentaires sont des pyramides ayant pour base la face du rhomboèdre; l'arête b^1b^1 a pour longueur la moitié de la longueur de l'axe du rhom-

boèdre. Cette arête fait, avec la base, un angle égal à l'angle de l'axe du rhomboèdre avec les faces de ce même rhomboèdre. L'angle dièdre $f^1 f^1$ est de 120°.

C'est suivant cette arête b^1 b^1 que trois pyramides élémentaires viennent se grouper. Un second groupement semblable de trois pyramides vient s'emboîter exactement dans le premier groupement par une rotation de 60°.

Le rhomboèdre, forme extérieure des cristaux d'aimatolite, est donc formé de six pyramides.

Ces pyramides ne sont en réalité que des moitiés de cristaux octaédriques qui seraient formés de quatre faces b^1 et quatre faces d^1.

On peut voir, par de simples considérations géométriques et sans aucun calcul que, si l'on groupait six de ces octaèdres, comme sont groupées les six pyramides, on obtiendrait, non plus un rhomboèdre, mais un prisme hexagonal régulier avec sommet rhomboèdrique.

On voit de même que les octaèdres présentent les particularités suivantes :

Ils dérivent d'un prisme oblique, dont la base est la face du rhomboèdre. Les angles de cette face sont, d'après mes mesures, 100° 38' 29" et 79° 21' 31".

L'arête $b^1 b^1$ fait avec cette base un angle de 44° 6'.

Elle est égale en longueur à la moitié de l'axe du rhomboèdre.

L'angle dièdre $b^1 b^1$ est = 120°.

La face b^1 fait avec la base des prismes un angle de 51° 32' 38", c'est-à-dire la moitié de l'angle des faces du rhomboèdre que j'ai trouvé = 103° 5' 16".

Le clivage ou la base du rhomboèdre fait, avec les faces du rhomboèdre, un angle de 134° 6'.

La face d^1 fait, avec la base, un angle de 38° 27' 22".

L'angle dièdre b^1 d^1 = 90°.

Les arêtes b^1 d^1 et d^1 d^1 ont même longueur.

Toutes ces valeurs se déduisent par de simples considérations géométriques, et, sans aucun calcul, de la seule mesure de l'angle du rhomboèdre composé.

M. Damour présente la note suivante :

Note sur un nouveau minéral trouvé dans la province de Utah (États-Unis),

par M. Arzruni.

M. Ochsénius, ingénieur des mines et consul de la république du Chili, à Marburg (province de Hesse), avait recueilli, pendant un séjour prolongé dans l'Amérique du Nord, une collection de minéraux de différentes provenances, qu'il a bien voulu m'envoyer pour en faire l'examen. Parmi ces échantillons je remarquai un quartzite gris, compacte, provenant des mines Eureka-Hill, Juab County, Utah (États-Unis), recouvert d'une croûte, d'épaisseur variable, formée de petits cristaux micacés et de couleur jaune brunâtre. Ces cristaux que M. Ochsénius présume constituer une espèce minérale jusqu'à ce jour inconnue, ont un éclat soyeux, et, par leur petitesse, sont à peine visibles à l'œil nu; leurs dimensions dépassent rarement 1/10 de millimètre. A l'aide du microscope, on reconnaît aisément qu'ils présentent les faces très nettes d'un hexagone régulier. En effet, les mesures de l'angle plan de la base, prises sur un grand nombre de ces cristaux, me donnèrent précisément la valeur théorique de 120°. Ce ne sont pourtant pas les faces du prisme hexagonal qui déterminent généralement les contours de la base, mais bien un rhomboèdre dont les faces, tronquant les arêtes alternantes, s'inclinent tantôt vers l'un, tantôt vers l'autre bout de l'axe vertical du prisme, dont les faces mêmes paraissent être extrêmement rares et pourraient n'appartenir qu'à des plans de clivage; car on remarque aisément, sur la base de quelques-uns des cristaux, des traces d'un clivage suivant les faces du prisme. Ces cristaux seraient ainsi formés d'une base qui prédomine.

d'un rhomboèdre et du prisme hexagonal qui ne se montre pas sur tous.

Malgré les dimensions microscopiques des cristaux, j'ai pu mesurer l'incidence du rhomboèdre sur la base, en me servant de la lunette imaginée par M. Webski : elle a l'avantage d'augmenter l'intensité de la lumière en réduisant les images réfléchies. J'obtins, pour l'angle en question, des valeurs variant entre 127°15' et 127°58', qui ne sont pourtant qu'approximatives, les faces de la base n'étant jamais planes et lisses, comme le démontrent les images réfléchies, et qui rarement sont réunies sur un même cristal, mais proviennent d'un nombre plus ou moins grand de paillettes empilées les unes sur les autres, selon leurs bases, et sans être rigoureusement parallèles. On voit ces superpositions à l'aide du microscope, qui montre, en outre, dans la plupart des cristaux, un noyau plus intensément coloré que le reste et possédant des contours nets et concentriques par rapport à ceux du cristal même.

En résumé, les caractères cristallographiques du minéral d'Utah sont :

Système cristallin = Hexagonal rhomboédrique.
Formes observées = a^1 (0001), pk (10$\bar{1}$1), e^2 (10$\bar{1}$0)
Rapport des axes = a : c = 1 : 1,1389.
Clivage e^2 (10$\bar{1}$0).

Caractères optiques. Les cristaux sont fortement réfringents et doués d'une double réfraction très énergique. En lumière convergente, on aperçoit la croix parfaitement nette des cristaux à un axe optique négatif.

Tous ces caractères donnaient à présumer que nous avions affaire à une nouvelle espèce minérale.

L'examen des caractères chimiques et l'analyse faite par M. Damour ont confirmé cette présomption.

Note de M. Damour.

Le minéral dont M. Arzruni vient de décrire les caractères optiques et cristallographiques est un sulfate basique de peroxyde de fer hydraté.

Chauffé dans le matras, il laisse dégager de l'eau acide et prend la teinte rouge du colcotar.

Chauffé à la flamme du chalumeau, sur le charbon, il noircit et fond assez difficilement en une scorie noire fortement magnétique.

Fondu avec le sel de phosphore, il donne la réaction du fer.

Il résiste à l'action de l'acide nitrique; mais il est attaqué par l'acide chlorhydrique chauffé jusqu'au degré de l'ébullition; la dissolution ainsi étendue d'eau et traitée par l'acétate de baryte donne un précipité blanc de sulfate barytique. Si l'on sature ensuite la liqueur acide, par l'ammoniaque, on obtient un abondant précipité d'hydrate ferrique.

N'ayant eu à ma disposition qu'environ 3 décigrammes de matière, j'ai opéré de la manière suivante pour effectuer le dosage des éléments constatés dans ce minéral.

L'eau a été dosée en premier lieu, et recueillie dans le petit appareil dont j'ai donné la description dans de précédentes notices. Cette eau avait entraîné une faible quantité de l'acide sulfurique contenue dans le minéral ; on en a déterminé la proportion à l'aide de l'acétate de baryte.

La matière, ainsi privée de son eau de combinaison, avait pris la couleur rouge du colcotar. On l'a intimement mêlée avec cinq fois son poids de bi-carbonate potassique finement pulvérisé et l'on a chauffé le tout pendant une heure à la température du rouge sombre, puis enfin au rouge orangé jusqu'à complète fusion de la masse. On a repris le tout par l'eau chaude. L'oxyde ferrique est resté inso-

luble; la liqueur alcaline a retenu du sulfate et un peu d'arséniate potassique. On a sursaturé cette liqueur par l'acide chlorhydrique, puis, à l'aide de l'acétate de baryte, on a dosé l'acide sulfurique à l'état de sulfate barytique.

Après avoir séparé l'excès du sel de baryte par quelques gouttes d'acide sulfurique, on a sursaturé la liqueur acide par l'ammoniaque qui a fait naître un faible précipité siliceux qu'on a filtré. Cette silice provenait de la gangue quartzeuse.

A la liqueur claire on a ajouté une dissolution ammoniacale de nitrate magnésique. Il s'est alors formé un faible dépôt d'arséniate magnésique dont le poids a servi à déterminer la proportion d'acide arsénique contenu dans le minéral. Pour s'assurer que ce précipité magnésien renfermait un arséniate plutôt qu'un phosphate, on l'a redissous dans l'acide chlorhydrique : en plaçant une lame d'étain dans la liqueur fortement acide et faisant bouillir, on y a fait naître un précipité brun, d'abord, puis noir, d'arsenic métallique.

Cette analyse a donné les résultats suivants :

		OXYGÈNE	RAPPORTS
Acide sulfurique . . .	28,45	17,07	9
Acide arsénique	3,19		
Oxyde ferrique	58,82	17,64	9
Eau	9,35	8,31	4
	99,81		

La composition de ce minéral serait ainsi représentée par la formule :

$$3Fe^2O^3, 3\,SO^3 + 4\,HO$$

On connaît déjà plusieurs sulfates de peroxyde de fer sous les noms de *Apatelite*, *Coqtapite*, *Raimondite*, *Jarosite*, *Fibroferrite*. Celui qui vient d'être analysé s'en dis-

tingue aussi bien par ses caractères physiques que par sa composition. Je propose de lui donner le nom d'*Utahite*, qui rappelle celui de la province où il a été observé pour la première fois.

Sur l'identité optique des cristaux de Herdérite d'Ehrenfriedersdorf (en Saxe) et de Stoneham (Etat du Maine),

par M. Des Cloizeaux.

M. Edw. Dana a montré récemment (1) que des cristaux découverts en 1882 avec des topazes, à Stoneham, comté d'Oxford, Etat du Maine, et reconnus par MM. Hidden et Mackintosh (2) comme constituant un fluophosphate de chaux et de *glucine*, $3CaOP^2O^5 + 3GlOP^2O^5 + CaFl^2 + GlFl^2$, pouvaient être rapportés au même prisme rhombique de 116° que la Herdérite d'Ehrenfriedersdorf dont ils offrent les formes $m(110)$, $g^1(100)$, $p(001)$, $e^{2/3}(302)$, $e^{1/6}(601)$, $b^{1/2}(111)$, $b^{1/6}(331)$, reconnues autrefois par Haidinger. Outre ces formes, M. Dana a rencontré sur les cristaux de Stoneham, les formes nouvelles $g^3(210)$, $g^2(310)$, $a^{2/3}(032)$, $e^1(101)$, $e^{1/3}(301)$, $b^{1/3}(332)$, $x = (b^{1/3}\, b^{1/9}\, g^{1/2}) = (632)$ et $y = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, g^1) = (311)$, ces deux dernières situées dans la zone $b^{1/6}\, e^{1/3}(3)$.

Les incidences sont très voisines sur les cristaux de la nouvelle et de l'ancienne localité et, en partant des angles fondamentaux, $e^1\, e^1$ sur $p = 134°6'$, $e^1\, b^{1/6}$ adj. $= 122°53'$, on obtient pour le rapport des axes des cristaux de Stoneham.

(1) *American J. of Science* tom. XXVII, mars 1884.

(2) *Amer. J. of Science*, même vol. février 1884.

(3) Les signes de Miller sont écrits ici suivant l'ordre conventionnel adopté pour les prismes rhombiques dans son « *An elementary Introduction to Mineralogy* ».

$a : b : c = 0{,}6206 : 1 : 0{,}4234$, tandis que pour les cristaux d'Ehrenfriedersdorf, ce rapport était 0,6261 : 1 : 0,4247.

Les principales combinaisons observées par M. Dana se composent des formes : $m\ a^{2/3}\ e^{1}\ e^{1/3}\ e^{1/6}\ b^{1/6}$; $m\ g^{1}\ p\ a^{2/3}\ e^{1}\ e^{1/3}\ e^{1/6}\ b^{1/3}\ b^{1/6}$; $m\ g^{1}\ p\ a^{2/3}\ e^{1}\ e^{2/3}\ e^{1/3}\ e^{1/6}\ b^{1/2}\ b^{1/3}\ b^{1/6}\ x$. Les cristaux sont généralement allongés suivant la petite diagonale de la base; leurs faces sont rarement bien planes et, le plus souvent, elles portent des ondulations analogues à celles qu'on voit sur les cristaux de topaze. Leur dureté est égale à 5. Leur analyse a donné :

Acide phosphorique.. . . .	44,31
Chaux.	33,21
Glucine	15,76
Fluor	11,32
	104,60

Dens. = 3 environ.

Comme l'a fait remarquer M. Hidden, tous les caractères physiques rapprochent les cristaux de Stoneham de ceux de Saxe; seulement, les premiers contiennent de la glucine, tandis que les seconds, d'après les essais de Turner et de Plattner, seraient un fluophosphate de chaux et *d'alumine*. Malheureusement, il serait à peu près impossible, de trouver sur l'échantillon que possède la Collection de l'École des Mines de Paris, de quoi s'assurer s'il n'y a pas eu erreur dans l'indication de l'alumine donnée par Plattner. J'ai donc pensé que si l'on parvenait à constater l'identité complète des caractères optiques dans les cristaux des deux localités, on aurait un excellent indice de plus, annonçant leur identité de constitution.

Pour remplir mon but, j'ai choisi, parmi les quelques échantillons de Stoneham arrivés tout récemment à Paris, une moitié bien transparente de cristal offrant les formes m, $a^{2/3}$, e^{1}, $e^{1/2}$, $b^{1/6}$. Après avoir constaté, par des essais préliminaires, que le plan des axes était parallèle à $g^{1}(100)$

et la bissectrice *aiguë* normale à l'arête antérieure *m/m*, j'ai taillé une plaque parfaitement tangente à cette arête, de 3^{mm} de hauteur sur 2^{mm} de largeur, et j'ai pris la mesure de l'écartement apparent dans l'air et dans l'huile.

Malgré la limpidité de cette plaque, ce n'est qu'en un petit nombre de plages qu'on peut voir des anneaux nets, correspondant à des axes dont l'écartement est un peu supérieur à celui de certaines topazes blanches de Saxe. Le plus souvent, et surtout dans l'huile, on aperçoit à droite et à gauche, un double système d'anneaux correspondant à des axes situés dans deux plans à peine distincts l'un de l'autre; mais, les branches d'hyperboles qui traversent ces anneaux ont des angles d'écartement dont les différences peuvent s'élever à 3° ou 4° dans l'huile, à 9° ou 10° dans l'air.

La bissectrice aiguë est *négative* et, autour d'elle, la dispersion indique $\rho > v$. Plusieurs séries de mesures concordantes prises dans l'air, à l'aide des hyperboles les plus nettes et les plus rapprochées, m'ont fourni comme moyenne :

	Verre rouge.	Rou. lithine.	Jau. sodium.	Bleu cupro-ammon.
2E =	121°51′	121°44′	121°22′	120°33′

Dans l'huile, j'ai trouvé, sans être certain d'opérer exactement sur la même plage :

	Verre rouge.	Jau. sodium.	Bleu cupro-ammon.
$2H_a$ =	72°34′	72°12′	71°24′
d'où 2E =	120°21′	119°45′	119°11′

Les hyperboles les plus éloignées donnaient :

$$2H_r = 76°23' \text{ d'où } 2E_r = 130°2' \text{ (1).}$$

(1) Les indices de l'huile employée sont : $n = 1,466$ rou 1,468 jaune; 1,478 bleu cupro-ammoniacal.

Breithaupt avait envoyé autrefois par échange à M. Adam (1) deux beaux fragments de cristaux isolés de la Herdérite d'Ehrenfriedersdorf, offrant la combinaison des formes $p\,e^{2/3}\,b^{1/2}\,b^{1/6}$, avec faces $b^{1/2}$ et $e^{2/3}$ dominantes; les premières sont fortement cannelées parallèlement à leur intersection avec p; les secondes sont légèrement ondulées. En examinant attentivement ces fragments, mis à ma dis position par le Directeur de l'École des Mines, M. Daubrée, j'ai vu que l'un d'eux, offrant d'un seul coté une base p (001) assez développée, mais terne, pouvait, en y pratiquant trois petites troncatures, qui n'altéreraient en rien ses faces dominantes, fournir à la fois une plaque normale à la bissectrice obtuse et une plaque normale à la bissectrice aiguë. J'ai donc poli d'abord, sur le côté imparfait du cristal, une facette parallèle à la base naturelle, et ensuite deux facettes verticales correspondant à h^1 (010).

Comme on pouvait s'y attendre, d'après les stries et les ondulations qui couvrent les faces dominantes, les enchevêtrements intérieurs sont encore plus nombreux ici que dans les cristaux de Stoneham, et il est bien difficile de choisir, surtout autour de la bissectrice aiguë, les deux systèmes d'anneaux fournissant l'écartement des axes le plus probable. Du reste, cette bissectrice est *négative* et normale à l'arête antérieure m/m, le plan des axes est parallèle à g^1 (100), leur écartement est voisin de 121°, et $\rho > v$, comme dans les cristaux de l'État du Maine. Il y a donc, entre les nouveaux et les anciens cristaux de Herdérite, une *identité* de caractères optiques aussi complète que possible.

Autour de la bissectrice aiguë, trois systèmes d'an-

(1) En mourant, M. Adam a légué à l'École des Mines sa célèbre collection, dont les richesses ont plus d'une fois servi à éclairer des points douteux de la science, à cause des types authentiques d'espèces ou de variétés décrites depuis une soixantaine d'années et qu'il avait réussi à se procurer.

neaux, situés à des niveaux légèrement différents, m'ont donné, dans l'huile (1) :

VERRE ROUGE.	JAUNE SODIUM.
$2H_a =$ 74°18'	74°4'
d'où $2E =$ 124°35'	124°18'
$2H_a =$ 73°44'	73°31'
d'où $2E =$ 123°10'	122°56'
$2H_a =$ 73°25'	73°12'
d'où $2E =$ 122°24'	122°9'

A travers les faces *p* (001), autour de la bissectrice obtuse *positive*, la dispersion est $\rho < v$, et l'on ne voit guère, dans les bonnes plages, qu'un seul système d'anneaux nets conduisant à :

VERRE ROUGE.	JAUNE SODIUM.
$2H_o =$ 105°11'	105°23'

En combinant les angles d'écartement trouvés autour des deux bissectrices, on obtient :

VERRE ROUGE.	JAUNE SODIUM.
$2V =$ 74°29'	74°16'
$\beta =$ 1,463	1,468
ou $2V =$ 74°8'	73°55'
$\beta =$ 1,459	1,461
ou $2V =$ 73°55'	73°43'
$\beta =$ 1,457	1,459

L'indice moyen est donc toujours très faible.

Comme on le voit, tout porte à croire que les nouveaux cristaux de Stoneham appartiennent bien à la même espèce minéralogique que ceux d'Ehrenfriedersdorf.

(1) Autour des deux bissectrices, les anneaux sont très serrés et annoncent une double réfraction énergique.

Nouvelle note sur la Gismondine et sur la Christianite,

par M. Des Cloizeaux.

Lorsque j'ai publié, à la fin de l'année 1883 (voir le *Bull. n° 9 de la Société de Minér.*), ma note « sur l'existence de deux axes optiques écartés dans les cristaux de Gismondine », l'important Mémoire faisant partie des « *mineral. Notizen* » de M. von Lasaulx, et paru en 1879 (1), avait complètement échappé à mon attention.

Ce travail contient une description détaillée des irrégularités que M. von Lasaulx a observées dans les groupements et les extinctions de petits cristaux du Schlauroth, près Görlitz, taillés en lames parallèles à la base du pseudo-octaèdre carré ou perpendiculaires à cette face, et faisant avec ses arêtes un angle de 90° ou de 45°.

Ces irrégularités lui ont paru ne pouvoir s'expliquer qu'en rapportant la forme des cristaux de Gismondine au système triclinique.

Seulement, M. von Lasaulx avait cru voir, à travers les lames de la première espèce, des hyperboles annonçant deux axes optiques peu écartés, avec une dispersion tournante assez notable. Or, comme je l'ai dit dans ma première note, le plan des axes est précisément orienté suivant une direction perpendiculaire à celle que lui supposait M. von Lasaulx.

L'examen au microscope polarisant, en lumière convergente ou en lumière parallèle, prouve d'ailleurs que les cristaux de toutes les localités offrent les mêmes caractères optiques et les mêmes variations de structure.

Je m'en suis assuré récemment, en soumettant à l'observation *douze* nouvelles plaques tangentes à l'arête *m/m*

(1) *Zeitschr. für Krystall.*, etc., de Groth., t. IV, 1879.

du prisme de 92°30' et trente-huit lames parallèles à son plan g^1 (010). Douze de ces dernières lames ont été prises sur des cristaux de Capo di Bove, une sur un cristal de Burkarts et vingt-cinq sur des cristaux de Gedern, Vogelsberg, dont M. le Dr Streng, de Giessen, a bien voulu me faire un important envoi.

Les contours extérieurs des lames g^1 (010), convenablement amincies, sont presque toujours trop irréguliers pour fournir des repères convenables ; c'est donc l'angle compris entre la direction de l'extinction maximum et la surface d'assemblage de deux secteurs adjacents que j'ai mesuré, toutes les fois que cette surface coupait la lame suivant une ligne suffisamment unie. Il est, d'ailleurs, assez rare que les quatre secteurs dont les lames se composent en général, se présentent à la fois, tantôt parce que les cristaux employés sont incomplets, tantôt parce que deux de ces secteurs ont pris un accroissement anomal.

Les secteurs le plus nettement limités ont la forme de triangles offrant au centre un angle que j'ai trouvé égal à 90° sur sept lames, dont deux de Capo di Bove et cinq de Gedern, et différents de 90° sur deux autres lames, l'une de Capo di Bove, la seconde de Gedern. Sur la lame de Capo di Bove, qui présente ses secteurs au complet, les angles au centre sont respectivement 90° ; 89° ; 97° ; 83°, formant un total de 359°.

Quant aux angles d'extinction que deux secteurs adjacents font avec leur surface d'assemblage, on peut les ranger dans les catégories suivantes :

1° Angles d'extinction égaux dans les deux secteurs : sur une lame de Capo di Bove et sur six lames de Gedern j'ai observé des angles voisins de 40°30' ; 45° ; 48° ; 48°15' ; 48°20' ; 48°40' ; 50°. La somme des deux angles a varié de 81° à 97°.

2° Angles d'extinction inégaux, dont un voisin de 45°.

Sur deux lames de Capo di Bove et sur trois lames de Gedern, j'ai obtenu : 44°55' et 39°15' ; 44°48' et 40°5' ; 45°7'

et 51°22'; 45°30' et 39°; 45°22' et 52°. La somme des deux angles varie de 84° à 97°22'.

3° Angles d'extinction inégaux et plus petits que 45°; quatre lames de Capo di Bove et deux lames de Gedern m'ont fourni : 39°22' et 42°7'; 40° et 42°7'; 40°5' et 44°47'; 40°25' et 42°55'; 40°45' et 43°22'; 41°35' et 42°; les sommes sont comprises entre 81°30' et 85°.

4° Angles d'extinction inégaux et plus grands que 45°.

Onze lames de Gedern m'ont donné :

46°7' et 51°38'; 46°22' et 50°15'; 46°57' et 50°3'; 47° et 50°2'; 47°15' et 50°37'; 47°30' et 49°50'; 47°37' et 51°15'; 47°45' et 50°; 47°50' et 49°17'; 48°50' et 50°12'; 49°22' et 50°32'; les sommes sont comprises entre 96°29' et 99°54'.

5° Angles d'extinction inégaux, plus grands et plus petits que 45°.

Une lame de Capo di Bove et une de Burkarts, Vogelsberg, ont fourni :

42°15' et 58°55' (ce nombre dépassant ceux qui ont été observés sur toutes les autres lames); 42°22' et 46°7'.

Sur huit lames de Gedern, les secteurs triangulaires sont bordés, accompagnés ou remplacés par des bandelettes rectilignes, plus ou moins étroites et parallèles à leur surface de séparation. Quelques-unes de ces lames présentent une masse uniforme simplement traversée par une seule série de bandelettes parallèles entre elles ou par deux séries perpendiculaires l'une à l'autre.

Les variations que je viens d'énumérer offrent une telle irrégularité que, comme je l'ai dit dans ma première note, elles ne s'accordent pas mieux avec l'hypothèse d'une forme triclinique qu'avec celle d'une forme rhombique ou clinorhombique. Quoique cette dernière paraisse la plus probable, c'est surtout dans les nombreux groupements de cristaux à axes imparfaitement parallèles qu'il faut chercher la cause principale à laquelle sont dus la plupart des désaccords observés dans les extinctions.

Cinq nouvelles plaques de Capo di Bove, cinq de Gedern

et une de Burkarts, Vogelsberg, taillées à peu près tangentiellement à l'arête de 92°30', m'ont permis de mesurer l'écartement des axes dans l'huile et d'observer leur dispersion. Le plan des axes bissecte toujours l'angle de 92°30' ; la bissectrice négative s'est montrée plus ou moins oblique à toutes mes plaques, sans doute à cause de la difficulté du travail de très petits cristaux suivant une direction parfaitement déterminée. Les écartements ont été pour le verre rouge :

$$2H = 80° \text{ à } 83°;\ 81° \text{ environ};\ 81 \text{ à } 84°;\ 85° \text{ à } 87°;\ 90° \text{ à } 91°;\ 91° \text{ à } 93°.$$

En dehors de la dispersion ordinaire, $\rho < v$, aucune trace de dispersion *inclinée*, *tournante* ou *horizontale*, n'a pu être observée.

Depuis la publication de ma première note sur la Christianite et la Phillipsite, j'ai reçu de M. Gonnard plusieurs échantillons de la Christianite du cap de Prudelles, près Royat (Puy-de-Dôme) (1) et de celle du bois de Verrières (Loire) (2), où elle est quelquefois accompagnée par de jolies aiguilles dont les caractères optiques sont ceux de la Thomsonite. Les cristaux de la première localité peuvent atteindre 1 à 2 millim. de longueur, et ils sont souvent transparents ; ceux de la seconde, beaucoup plus petits, sont d'un blanc d'émail et ne prennent de la transparence qu'en lames excessivement minces ; tous tapissent des cavités dans des basaltes.

Les cristaux du bois de Verrières paraissent offrir la macle simple de la *morvénite* et de la Christianite de

(1) Voir *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. 98, p. 841, 31 mars 1884.

(2) Voir *Mémoire sur les zéolites de l'Auvergne*, par Gonnard, 1873, et *Traité élémentaire de minéralogie*, par Pisani, 2e édition, 1883.

Dyrefjord. La bissectrice obtuse *négative* est normale à g^1 (010). Le plan des axes est orienté à très peu près comme dans les variétés de Dyrefjord et d'Oberwinter, car il fait avec la base un angle d'environ 17°15'. Les deux individus qui composent la macle offrent des enchevêtrements très irréguliers.

Dans les cristaux de Prudelles, la macle paraît être celle du type de Marbourg, avec faces g^1 à l'extérieur, ordinairement sans gouttières, quelquefois avec gouttières entre les bases contiguës. Le plan des axes fait avec la base un angle d'environ 16°58', très voisin de celui des cristaux de Verrières ; mais l'extinction est assez imparfaite, à cause des interpénétrations des individus qui constituent la macle.

M. Wyrouboff présente la note suivante :

Sur la forme cristalline d'un nouvel hyposulfate de thallium,

par M. Wyrouboff.

Dans le courant de mes recherches sur les sels doués du pouvoir rotatoire, j'ai eu occasion d'examiner un assez grand nombre de substances voisines par leur composition ou par leur forme. Étant donné que les corps uniaxes polarisant circulairement la lumière, sont des empilements de lamelles biaxes, le problème se réduit, en effet, à chercher soit dans les diverses conditions de la cristallisation, soit dans le dimorphisme, soit enfin dans les composés isomorphes, la forme primitive à laquelle appartiennent ces lamelles.

C'est ainsi qu'en cherchant la symétrie réelle de l'hyposulfate de potasse, une substance d'apparence hexa-

gonale et absolument uniaxe, j'ai été amené à examiner l'hyposulfate de thallium, décrit récemment par M. Fock (1). Pour obtenir ce sel, le plus simple est d'opérer par double décomposition entre le sulfate de thallium et l'hyposulfate de baryte qu'on peut se procurer très pur. C'est le procédé que j'ai employé, mais mon sulfate de thallium n'ayant pas été suffisamment calciné, contenait de l'acide sulfurique libre qui, précipitant la baryte, avait mis de l'acide hyposulfurique en liberté, et ce dernier se décomposant par l'évaporation à chaud, avait donné de nouveau de l'acide sulfurique. J'avais, en fin de compte, une liqueur très acide contenant de l'hyposulfate de thallium avec une certaine quantité d'acide sulfurique. Cette liqueur, évaporée à 30° me donna en premier lieu de gros cristaux très limpides, puis des cristaux plus petits, un peu laiteux, de la forme clinorhombique, décrite par M. Fock. Les gros cristaux qui se distinguent à première vue des autres, ne perdent par la calcination que 9 % d'acide sulfureux, tandis que l'hyposulfate de thallium doit en perdre 11,27 %; ils blanchissent au contact de l'eau froide, et, une fois dissous, précipitent par les sels de baryte. Deux analyses très concordantes m'ont donné pour ce sel la curieuse composition que voici :

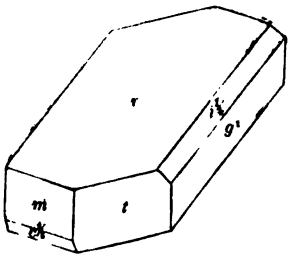
$$2\,(S_2O_6\,Tl_2)\,SO_4\,Tl_2$$

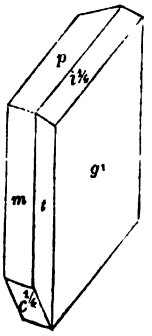
avec 77,18 % d'hyposulfate et 22,82 % de sulfate.

	TROUVÉ.	THÉORIE.
SO_2.	9	8,70
SO_3 de l'hyposulfate. . .	11,33	10,87
SO_3 du sulfate.	3,90	4,62
Tl —	73,62	73,91
O calc. d'après Tl. . . .	2,71	2,90
	100,53	100,00

(1) *Z. f. Kryst.*, VI, 162 (1882).

D = 5,573. Le volume moléculaire, en adoptant la formule ci-dessus, est 396,1 et, en le réduisant à 1 molécule, par conséquent à 3/4 ($S_2 O_6 Tl_2$) 1/4 $SO_4 Tl_2$ de 99. La densité de l'hyposulfate de thallium clinorhombique étant de 5,123 et son volume moléculaire de 110,8, la densité du sulfate de thallium de 6,603 et son volume moléculaire de 76,3 (1), le volume total du sel devrait être de 102,1, chiffre très voisin du chiffre trouvé. La différence tient sans doute à cette circonstance qu'il faut faire entrer dans le calcul la densité de l'hyposulfate orthorhombique de thallium qu'on ne connaît pas, le sel n'existant jamais qu'en combinaison avec la potasse. Les choses se passent donc comme si les deux éléments constituants du sel double s'étaient simplement mélangés à la façon des corps isomorphes.





Pour préparer ce sel, il n'est d'ailleurs nullement besoin d'avoir des liqueurs acides. Il suffit d'ajouter à une solution d'hyposulfate un peu de sulfate de thallium et de cristalliser par évaporation à une température un peu élevée, 35-40°, le sulfate étant, comme on sait, fort peu soluble à froid.

(1) Détermination de M. Lamy.

La forme de ce sel, qui est triclinique, est très intéressante, car elle présente des analogies tout à fait inattendues avec les deux formes de l'hyposulfate, en même temps qu'avec la forme du sulfate de thallium. Les deux figures ci-jointes montrent les types les plus habituels des cristaux et les faces observées.

$$a : b : c = 0{,}5210 : 1 : 1{,}7435$$

c'est-à-dire très approximativement :

$$\sqrt{\frac{1}{3}} : 1 : \sqrt{3}$$

qui est la formule générale pour tous les sulfates et chromates alcalins (1).

$$\alpha = 88°40'$$
$$\beta = 87°28'$$
$$\gamma = 106°54'$$

	CALCULÉ	OBSERVÉ
pg^1	—	* 87°
mt	—	* 122°14'
tg^1	—	* 117°16'
tp	—	* 102°50'
mp	105°24'	105°10'
$c^{1/4}p$	120°16'	—
$c^{1/4}m$	—	* 134°20'
$c^{1/4}g^1$	114°34'	114°20'
$t^{1/4}g^1$	137°13'	138°
$t^{1/4}p$	129°17	—

Le plan des axes qui sont visibles à travers la face p fait un angle de 49° avec l'arête g^1p gauche et un angle de 69°.50

(1) *Bull. Soc. min.*, IV, 120 (1881).

avec l'arête *pt* antérieure. La bissectrice aiguë *positive* fait avec une normale à *p* un angle d'environ 15°. Double réfraction énergique : $2H_a = 90°$ rouge, $2H_o = 120°$ rouge. $\rho > \nu$, dispersion inclinée.

On remarque tout d'abord que l'angle *mt* est précisément égal à l'ange *mm* du prisme rhombique du sulfate qui est de 122° 10' et le rapport des axes est dans les deux sels :

$$b : c = 1 : 1,7435 \text{ sel triclin.}$$
$$1 : 1,8103 \text{ sel orthorh.}$$

D'autre part, l'angle $b^{1/4}p$ (1) = 120°30' du sulfate correspond à l'angle $c^{1/4}p$ du sel triclinique, qui est de 120°,16'. Le rapport des axes est :

$$b : a = 1 : 0.5210 \text{ triclin.}$$
$$1 : 0.6657 \text{ orthorh.}$$

En considérant ces deux formes comme dérivant du même type :

$$\sqrt{\frac{1}{3}} : 1 : \sqrt{3} = 0,5772 : 1 : 1,7320$$

On voit que :

1° Les variations de l'axe *c* sont beaucoup plus considérables que celles de l'axe *a*, soit que l'on compare les deux sels entre eux, soit que l'on compare chacun des deux sels aux axes types. Ceci revient à dire que l'une des deux zones perpendiculaires entre elles est plus constante que l'autre.

2° Ces variations sont pour les deux axes plus grandes dans la forme rhombique que dans la forme triclinique.

Quant à la forme clinorhombique de l'hyposulfate de

(1) Cet octaèdre a été choisi comme primitif par MM. Lang et Des Cloizeaux.

thallium, elle paraît, au premier abord, très différente. Telle que la décrit M. Fock, elle présente les formes :

$$m\,(110)\,h^1\,(100)\,g^1\,(010)\,e^1\,(011),\,x\,(\bar{1}21) = (d^{1/3}\,b^1\,g^1)$$

avec $\gamma = 83^\circ,2'$

et le rapport des axes :

$$a : b : c = 0.4290 : 1 : 1,0762$$

Mais il suffit de multiplier l'axe a par 4/3 et l'axe c par 3/2 pour avoir :

$$0,5719 : 1 : 1,6145$$

les faces devenant :

$$g^5\,(230)\,h^1\,(100)\,g^1\,(010)\,c^{4/3}\,(034)\,x\,(\bar{3}94) = (d^{1/6}\,b^{1/3}\,g^{1/2}).$$

l'axe a est ici sensiblement égal à $\sqrt{\frac{1}{3}}$ tandis que l'axe c s'écarte notablement de $\sqrt{3}$ et, contrairement à ce que nous avons vu pour les deux autres sels, il est plus petit que l'axe type.

Les analogies ne s'arrêtent pas là; elles s'étendent à toute une série de corps congénères.

Dans l'hyposulfate clinorhombique de thallium, l'arête xx correspondant à la face $a^{4/3}$ fait avec h^1 un angle de 119°, de telle sorte que, si l'on fait abstraction des faces $e^{4/3}$ qui manquent d'ailleurs le plus souvent, on a, géométriquement, une forme orthorhombique limite, à cela près que l'angle xg^1, qui est de 124°59', n'est pas le même que l'angle mg^1, qui est de 132°41, et que la face $a^{4/3}$ manque, tandis que la face h^1 se rencontre toujours. Or, l'hyposulfate de thallium est dimorphe; M. Fock a montré que, mélangé d'une petite quantité d'hyposulfate de potassium, il cristallisait en prismes orthorhombiques de 120° 18' avec une base très développée et une série d'octaèdres, faisant avec la base des angles de 108°48', 124°15' et 135°36', par

conséquent très voisins des angles xg^1 et mg^1 de la forme clinorhombique. Si l'on donne au second de ces octaèdres que M. Fock prend pour forme primitive, le symbole $b^{1/4}$ (221), les faces observées deviennent :

m (110) g^1 (010) g^2 (130) $b^{1/4}$ (221) $b^{1/3}$ (441) $b^{2/5}$ (554) $e^{1/2}$ (201)

et le rapport des axes :

$$a : b : c = 0,6380 : 1 : 1,7544$$

La ressemblance, on pourrait dire l'identité, de cette forme avec celle du sulfate de thallium et, par conséquent, avec tous les sulfates et chromates isomorphes, est frappante. Elle se manifeste non seulement par les dimensions de la forme primitive, mais encore par les symboles des formes dominantes, qui sont dans les deux cas, un octaèdre $b^{1/4}$ (1), des faces $e^{1/2}$, le prisme m plus ou moins tronqué sur les angles aigus par g^1. On a pour les formes habituelles des deux sels :

	HYPOSULFATE	SULFATE
mm	120°38′	122°10′
$b^{1/4}p$	124°15′	123°30′
$e^{1/2}p$	124°18′	124°

A ces similitudes déjà nombreuses entre sels chimiquement si différents et qui, au premier abord, paraissent avoir si peu de caractères géométriques communs, il convient d'en ajouter encore une sur laquelle M. Fock a appelé l'attention. On sait que les hyposulfates de potassium et de rubidium, anhydres tous les deux, comme l'hyposulfate de thallium, cristallisent en prismes hexagonaux avec les faces

$$m\,(10\bar{1}0)\; h^1\,(11\bar{2}0)\; p\,(0001)\; b^1\,(10\bar{1}1)\; a^1\,(11\bar{2}1),$$

(1) Dans l'hyposulfate, l'octaèdre $b^{1/3}$ est, en général, plus développé.

cette dernière faisant dans le sel potassique avec la base un angle de 127°,53, par conséquent voisin de l'angle $b^{1/4}$ de l'hyposulfate orthorhombique de thallium. La pyramide b^1 donne pour b^1p 143°,15′ et pour le rapport des axes :

$$a : b = 0{,}6467 : 1$$

On peut donc considérer la forme comme orthorhombique pseudo-hexagonale (je montrerai prochainement qu'elle l'est en effet) composée des faces m (110) h^1 (010) g^1 (10[illegible] g^2 (310) $b^{1/4}$ (221) a^1 (011) $e^{1/2}$ (101) x (311) $= (b^{1/2}\, b^{1/4}\, g^1)$ avec le rapport des axes :

0,6467 : 1 : 1,7320 hyposulf. de K
0,6307 : 1 : 1,732 — de Rd.

Le tableau suivant résume tous ces rapports, qui démontrent, une fois de plus, que les idées courantes sur l'isomorphisme sont insuffisantes pour expliquer tous les faits connus, et qu'une analogie incontestable de forme peut exister entre composés chimiques très différents.

SEL	Symétrie	A : B : C	Faces observées.	m m	Faces observées	[illegible]
$3\,(S_2O_6Tl_2)\,SO_4Tl_2$	Tricl.	0,5210 : 1 : 1,7435	m,t	122°14′	$c^1/_4$	12[illegible]
SO_4Tl_2	Orthorh.	0,6657 : 1 : 1,8103	m	122°2′	$b^1/_4$	12[illegible]
$S_2O_6Tl_2$	Clinorh.	0,5719 : 1 : 1,6145	g^5	116°50′	$d^1/_6 b^1/_3 g^1/_2$	12[illegible]
$S_2O_6Tl_2$	Orthorh.	0,6380 : 1 : 1,7544	m	120°38′	$b^1/_4$	12[illegible]
$S_2O_6K_2$	id.	0,6467 : 1 : 1,7320	m	120°	$b^1/_4$	12[illegible]
$S_2O_6Rd_2$	id.	0,6307 : 1 : 1,7320	m	120°	$b^1/_4$	12[illegible]

M. Thoulet présente les notes suivantes :

Etude de spicules siliceux d'éponges vivantes,

par M. J. Thoulet.

Ces spicules proviennent d'éponges recueillies dans les dragages exécutés pendant la dernière campagne du *Talisman* et je les tiens de l'obligeance de M. A. Milne-Edwards. Ils sont obtenus par le traitement d'éponges siliceuses au moyen de l'acide chlorhydrique.

L'échantillon que je possède est composé de deux sortes de spicules, les premiers sont en filaments aciculaires d'un blanc soyeux, longs de 15 à 20 centimètres, leur diamètre varie de 0,5 à 0,1 millimètre environ et ils vont en s'effilant d'une extrémité à l'autre de façon à constituer de véritables cônes extrêmement allongés à surface généralement lisse, quoique çà et là on y distingue quelques portions rugueuses. Ils sont traversés dans toute leur longueur par un fin canal très régulier, ayant en général moins de 0,001 millimètre de diamètre, mais qui, en quelques points, s'élargit et semble alors contenir des granulations disposées en séries. Ces fils sont assez élastiques pour pouvoir être tournés en boucles de 2 ou 3 millimètres de diamètre; quand on les brise et qu'on les examine au microscope, on distingue sur la cassure qu'ils sont formés d'enveloppes successives emboîtées les unes dans les autres et remarquablement plus nombreuses aux extrémités larges qu'aux extrémités fines comme si le spicule à mesure qu'il s'allongeait devenait plus gros à son extrémité basilaire par suite de son enveloppement par de nouvelles couches.

Ces spicules, quoique observés perpendiculairement à leur axe entre les nicols croisés, ce qui devrait manifester

le maximum de lumière au cas où ils seraient cristallisés, demeurent toujours obscurs dans quelque position qu'on leur donne, et sont par conséquent isotropes.

La seconde variété de spicules est en étoiles à cinq branches divergeant d'un centre et dans des plans différents. Chaque branche est cylindro-conique très allongée, mais le diamètre dépasse rarement 0,01 millimètre, la surface est plus fréquemment rugueuse que celle des spicules aciculaires, le nombre des enveloppes emboîtées y est généralement bien moindre; elle est traversée par un canal central souvent renflé à son extrémité la plus fine et contenant alors des granulations. Certaines branches, au lieu de se prolonger en s'effilant, se terminent brusquement en une demi-sphère très régulière. Entre les spicules aciculaires et les spicules étoilés, il n'existe guère d'autre différence bien saillante que le diamètre transversal plus grand chez les premiers que chez les seconds et peut-être le nombre des enveloppes, de sorte que, dans le cas de fragments assez petits, il serait difficile de décider de quelle variété il s'agit.

La variété aciculaire, chauffée à l'air sur un couvercle de creuset en platine et à la flamme d'un bec Bunsen, décrepite vivement et les fragments sont projetés hors du couvercle. Si on calcine au rouge sombre dans un creuset de platine couvert, les fragments blanchissent, deviennent opaques à la façon du gypse chauffé au chalumeau, mais conservent leur forme. Enfin à la flamme oxydante d'une soufflerie à gaz, le spicule blanchit, se boursouffle en donnant à la flamme la coloration de la soude, mais en aucun cas il n'a été possible de fondre la matière en une perle. Observés au microscope dans l'eau et entre deux lamelles de verre pressées l'une contre l'autre de façon à écraser les spicules calcinés, on voit que les fragments très minces, contours polygonaux, rarement arrondis, ont pris un aspect rugueux et se sont parfois colorés en jaune ocreux, ils sont remplis de bulles et n'agissent jamais sur la lumière

polarisée, sauf lorsqu'ils contiennent plusieurs bulles assez grosses, alignées, et dans ce cas, il y a tout lieu d'attribuer la coloration à des phénomènes de tension. Un fragment d'opale traité de la même manière a offert des phénomènes à peu près semblables, et on sait que le silex ordinaire, fortement chauffé, bien qu'il ne devienne pas bulleux, prend l'aspect opaque de la porcelaine. Afin de doser l'eau contenue dans les spicules aciculaires, on a chauffé ceux-ci au rouge pendant dix minutes dans un creuset de platine fermé, la perte de poids a été de 13,18 °/₀ ce qui correspond évidemment à une perte en eau.

Les spicules étoilés sont accompagnés d'une petite quantité de substance amorphe en grains de coloration jaunâtre plus ou moins foncée, en partie attaqués par l'acide azotique chaud, peut-être d'origine organique. Leur composition irrégulière, prouvée par leur aspect variable, rend leur étude sans intérêt. Afin d'opérer sur un échantillon aussi pur que possible, une certaine quantité de spicules étoilés a été traitée par l'acide azotique étendu bouillant, puis lavée à l'eau bouillante et enfin desséchée dans le vide en présence de chlorure de calcium. Après ce traitement, la matière était absolument débarrassée des grains jaunâtres décrits précédemment. La calcination a fait éprouver une perte en eau de 12,86 0/0, proportion comparable à celle trouvée précédemment pour les spicules aciculaires. Les opales perdent par la calcination de 3 à 9 0/0, quoique la perte atteigne quelquefois 21 0/0. Ces spicules ont donc la composition d'une opale dont la teneur en eau dépasse un peu la moyenne.

La densité des spicules doit subir une correction par suite de la présence du tube capillaire de grosseur variable qui traverse chacun d'eux. J'ai pu l'obtenir de la manière suivante : j'ai choisi un spicule aciculaire long de 5 millimètres environ pouvant être considéré comme cylindrique, dont les deux extrémités étaient nettement brisées perpendiculairement à l'axe ; j'ai mesuré sous le micros-

cope le diamètre respectif du canal intérieur vide et du cylindre total; ces deux diamètres étaient entre eux dans le rapport de 54,5 à 2. Par flottaison dans la liqueur d'iodures, j'ai pris la densité qui a été trouvée égale à 2,032 à la température de 16°5. Mais il faut corriger cette valeur, car le tube intérieur, par capillarité, n'est pas rempli par la liqueur.

Représentons par R le rayon du cylindre total, r le rayon du cylindre intérieur vide, on a : $\frac{R}{r} = \frac{22,2}{1}$; soit en outre D la densité totale, H la hauteur du cylindre, x la densité corrigée.

$$D = \frac{P}{V} = \frac{\pi H (R^2 - r^2)\, x}{\pi H R^2} = x\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)$$

d'où:

$$x = \frac{D}{1 - \frac{r^2}{R^2}}.$$

Dans le cas présent, $x = \frac{2,302}{1 - \frac{1}{(22,2)^2}} = 2,0361$ à 16°5.

Cette densité est la même que celle de l'opale.

Ces spicules sont très attaquables par les divers agents chimiques ayant une action sur la silice, de sorte qu'ils doivent présenter une facilité remarquable à rentrer en dissolution dans les eaux de la mer après la mort de l'animal. Afin de me rendre compte de leur composition, j'ai traité selon la méthode Boricky, par l'acide fluorhydrique pur, une petite quantité de ces spicules préalablement soumis à l'ébullition dans l'acide azotique étendu, puis lavés à plusieurs reprises dans l'eau bouillante et enfin calcinés. Les spicules étaient noyés dans une goutte d'acide fluorhydrique déposée sur une lame de verre recouverte d'une couche de baume de Canada durci. L'évaporation

s'est faite lentement et la préparation examinée au microscope a permis d'apercevoir qu'il ne restait aucun résidu. Les spicules sont donc constitués par la silice pure. Si ces spicules n'ont point été calcinés, mais ont été simplement lavés et si on leur fait ensuite subir le même traitement, ils laissent toujours par évaporation un résidu d'hydrofluosilicate de soude en cristaux prismatiques hexagonaux, dont on ne peut guère expliquer l'origine qu'en supposant l'existence de traces d'eau de mer dans le petit tube intérieur de chaque spicule.

M. Thoulet présente la note suivante :

Mesure du coefficient de dilatation cubique des minéraux,

par M. J. Thoulet.

On mesure très facilement le coefficient de dilatation cubique des corps isotropes ou pouvant être considérés comme tels, les roches, par exemple, en faisant usage de la liqueur d'iodures dont je me suis déjà servi pour isoler les éléments non ferrugineux des roches, pour prendre la densité des minéraux, même en fragments microscopiques et pour mesurer par réflexion totale les indices de réfraction.

M. Victor Goldschmidt, dans une remarquable thèse inaugurale, s'est livré à l'étude détaillée de cette liqueur et, entre autres recherches, il a déterminé son coefficient de dilatation pour un certain nombre de densités connues.

Il a ainsi dressé le tableau suivant :

d.	*α.*	*d.*	*α.*
3,2.	0,0004718	2,3.	0,0005253
3,1.	0,0004875	2,2.	0,0005217
3,0.	0,0005032	2,1.	0,0005182
2,9.	0,0005189	2,0.	0,0005147
2,8.	0,0005222	1,9.	0,0004986
2,7.	0,0005256	1,8.	0,0004824
2,6.	0,0005289	1,7.	0,0004662
2,5.	0,0005323	1,6.	0,0004501
2,4.	0,0005289	1,5.	0,0004340

Le procédé pratique le plus simple me semble être le suivant :

Sur un bain de sable l'on place un entonnoir en verre dont on a coupé la partie effilée, de manière à en faire un tronc de cône. On introduit dans l'ouverture la plus petite, en la maintenant avec un bouchon percé, une éprouvette en verre mince, ayant une hauteur de 110 millimètres et un diamètre de 35 millimètres environ. Cet appareil constitue une étuve à air chaud très commode.

On casse un fragment du minéral ou de la roche dont on veut connaître le coefficient de dilatation cubique. Il est difficile de fixer la grosseur de ce fragment. En règle générale, il y a avantage à le prendre aussi petit que possible, afin qu'il se mette immédiatement en équilibre de température, mais on comprend que, lorsqu'il s'agit d'une roche à éléments hétérogènes, il convient, pour que la valeur du coefficient obtenu présente un intérêt, que ce fragment soit susceptible d'être considéré comme offrant un bon échantillon de la composition générale moyenne de la roche.

On plonge l'échantillon dans de la liqueur ayant à peu près sa densité et on le place sous la cloche de la machine pneumatique, afin de bien l'imbiber et de faire disparaître tout l'air qu'il pourrait contenir.

On remplit l'éprouvette de liqueur d'iodures concentrée, on y place la roche et on chauffe avec un bec de gaz. Je me sers, en guise d'agitateur, d'un thermomètre gradué en dixièmes de degré et sur lequel on apprécie aisément le vingtième de degré depuis + 7 jusqu'à 31° C. Si on veut dépasser cette température, il vaut mieux prendre un second thermomètre gradué de + 28 ou 29° à + 50°, par exemple, on évite ainsi l'emploi d'un instrument trop long se mettant mal en équilibre de température. On chauffe seulement jusqu'à 33° ou 34° environ, par exemple, on ajoute successivement de l'eau ou mieux de la liqueur étendue de manière à faire exactement tomber la roche au fond du vase. On laisse refroidir très lentement, et dans ce but, s'il est nécessaire, rien n'empêche de prendre un bain-marie. Dans mes expériences, la température met environ 20 minutes à baisser de 1°. Chaque fois que par refroidissement, la liqueur se contractant augmente de densité et que l'échantillon tend à remonter, on ajoute une ou deux gouttes de solution étendue et on agite avec le thermomètre. Il résulte de là qu'on peut noter entre 30 et 31°, limite supérieure du thermomètre, la température exacte t' pour laquelle la roche est en flottaison parfaite. On laisse refroidir à la température t du laboratoire. En activant dans le début ce refroidissement avec de l'eau froide, l'opération est rapidement activée. Il est avantageux que la différence $t' - t$ soit aussi grande que possible; aussi ces expériences devront-elles réussir mieux en hiver, dans une pièce froide, qu'en été. Quoiqu'il en soit, le choix de la température ambiante, comme température inférieure, laisse tout le loisir d'exécuter les opérations subséquentes sans crainte de variations.

On prend alors la densité de la liqueur. Je me sers de la balance de Mohr, qui donne exactement la troisième décimale, lorsqu'on a soin de repérer le fil fin de suspension du flotteur et d'enfoncer exactement dans la liqueur toujours jusqu'à ce repère. On évite ainsi toute correction

relative au coefficient de dilatation du flacon et toutes les longues manipulations connues. Le flotteur que j'ai fabriqué moi-même est un tube de verre avec boule, lesté avec du mercure. Une table de correction, dressée d'avance, permet de réduire immédiatement la valeur trouvée à celle de la densité de l'eau à la même température. On obtient ainsi la valeur de la nouvelle densité D à t^o. Il est toutefois bien évident que pour prendre la densité du liquide, on pourrait employer la méthode du flacon ou tout autre procédé.

Pendant ces opérations, la liqueur s'étant contractée, la roche a remonté et se tient à la surface. On étend d'eau jusqu'à ce que cette roche soit en flottaison parfaite, et on prend comme précédemment la densité d à t^o.

On cherche alors dans le tableau de M. Goldschmidt, interpolé s'il y a lieu, le coefficient de dilatation cubique et de la liqueur d'iodures correspondant à la densité D. On possède dès lors toutes les données nécessaires pour calculer la valeur du coefficient de dilatation cubique de la roche entre t et t' degrés.

En effet, appelons D' la densité de la liqueur et de la roche à la température t', on a :

$$\frac{D'}{D} = \frac{1}{1 + \alpha (t' - t)};$$

d'où :

$$D' = \frac{D}{1 + \alpha (t' - t)}.$$

Or, le volume du corps à t étant 1, à t' ce volume sera V, et l'on aura la relation

$$\frac{1}{V} = \frac{D'}{d} = \frac{D}{[1 + \alpha (t' - t)]\, d};$$

d'où :

$$V = \frac{[1 + \alpha (t' - t)]\, d}{D}.$$

L'augmentation de volume du corps est donc V — 1 pour un nombre de degrés représenté par $t' - t$, soit pour 1° dans cet intervalle de température $\frac{V-1}{t'-t}$, valeur qui est précisément celle du coefficient de dilatation cubique du corps, de sorte qu'on pourra poser :

$$K = \frac{V-1}{t'-t} = \frac{[1 + \alpha (t' - t)]\, d - D}{(t' - t)\, D}.$$

On pourrait encore produire artificiellement une température inférieure, mais quelle que soit la méthode employée, variable d'ailleurs avec la saison et les conditions dans lesquelles on se trouve, on voit qu'il suffit de la mesure de deux densités et de deux températures pour trouver le coefficient de dilatation d'un corps.

S'il s'agit d'un corps isotrope, le tiers de la valeur trouvée représente le coefficient de dilatation linéaire; dans le cas de cristaux uniaxes, la valeur trouvée est la somme du coefficient de dilatation linéaire suivant l'axe, plus deux fois le coefficient perpendiculairement à l'axe; enfin, s'il s'agit de cristaux biaxes, cette valeur est égale à la somme des trois coefficients principaux.

Si le corps est plus dense que la liqueur à son maximum de concentration, on l'enferme dans un flotteur plus léger, dont on connait le coefficient de dilatation et qui laisse libre accès à la liqueur environnante. On opère alors comme précédemment; le procédé, avec quelques modifications, pourrait s'appliquer aux liquides et deviendrait alors analogue à la méthode d'Angström pour la mesure de la dilatation maximum de l'eau.

M. le Secrétaire présente la note suivante :

Note sur la diffusion de la christianite dans les laves anciennes du Puy-de-Dôme et de la Loire,

par F. Gonnard.

En fait de zéolithes incluses dans les laves anciennes du Puy-de-Dôme et de la Loire, les minéralogistes ne semblent guère connaître que la mésotype du Puy-de-Marman, celle du Puy-de-la-Piquette, et aussi de quelques autres gisements moins importants, où cette espèce minérale ne se montre plus qu'en petites masses fibreuses radiées.

J'ai donné, à cet égard, dans un mémoire sur les zéolithes de l'Auvergne (1873) une énumération aussi complète que possible des gisements de ces espèces minérales dans le Puy-de-Dôme.

A la mésotype, il faut encore ajouter de rares petits cristaux d'analcime blanche du Puy-de-Marman et de la Tuilière; et, pour ceux qui rangent l'apophyllite parmi les zéolithes, les petits octaèdres simples ou tronqués, qui accompagnent la mésotype dans les calcaires à phryganes de la Piquette.

A ces notions exactes est venu s'ajouter la notion fausse de l'existence de la stilbite dans les laves anciennes de Charade, de Gergovia et de Marman, émise par Bouillet après un examen sans doute aussi peu approfondi que ceux qui avaient permis à Fournet de faire une mésotype de l'aragonite de la coulée de Louchadière, et des émeraudes de l'apatite de Roure et des apatites des environs de Lyon.

Si j'insiste sur ce point, c'est que de telles erreurs, vulgarisées par bon nombre d'ouvrages généraux, ayant

dans la science une légitime autorité, sont, par cela même, pour ainsi dire, indestructibles.

Du reste, aujourd'hui encore, le musée Lecoq, qui, de même que beaucoup de musées d'histoire naturelle de province, reste stationnaire, renferme, sous la rubrique « stilbite » de simples rhomboèdres contournés de calcite magnésifère de Marman ou des octaèdres tronqués (*pa*[1]) d'apophyllite du Puy-de-la-Piquette. C'est la seule stilbite que l'on rencontrera dans les collections minéralogiques du Puy-de-Dôme.

A cette liste assez restreinte de zéolithes, j'ai eu, en 1871 (1), l'occasion d'ajouter l'association de celles qui remplissent les vacuoles des dolérites de la Chaux-de-Bergonne, près d'Issoire, savoir : la christianite, la phacolite et la mésole.

J'avais déjà, en 1869 (2), signalé les deux premières sur une mésotype altérée du Puy-de-Marman.

Plus tard, en 1872, je retrouvai la christianite associée à la mésolite dans des scories laviques du Puy-de-la-Velle (3) près de Champeix ; puis, la même christianite, avec mésole, calcite, aragonite, tachylyte et magnétite dans le beau basalte compacte du cap de Prudelles, sur la route de Clermont-Ferrand au Mont-Dore.

Mon ami, M. E. Laval, l'observa encore dans la même roche, au plateau des côtes, près de Clermont.

Enfin, je notai deux autres gisements de christianite, l'un près du village d'Aubière, et l'autre dans un ravin sur le flanc est du plateau de Gergovia.

Dans tous ces gisements, la christianite se présente en petits cristaux très nets, d'apparence simple, d'ordinaire

(1) Voir *Comptes rendus de l'Institut*, 18 décembre.

(2) Voir *Annales de la Société d'agriculture* de Lyon, 19 novembre.

(3) Et non pas du Puy-de-la-Veille, comme l'écrivent à tort quelques auteurs. La Velle, ou jeune vache, est, pour le Puy-de-Dôme, l'analogue du *litla Baula* de l'Islande.

très visibles à l'œil nu, tantôt limpides et transparents, tantôt opaques et d'un blanc de lait. Le plus remarquable de tous est la carrière de Prudelles, où le basalte s'est épanché sur la roche granitique, et y a produit des effets de métamorphisme, depuis longtemps étudiés et décrits par L. de Buch (1).

Indépendamment des cristaux de christianite, et les empâtant souvent, se trouve dans les cavités de ce basalte une substance compacte, verdâtre, que, d'après M. Pisani, sa composition rapproche de la laumonite.

Or, j'ai observé la même association dans des conditions identiques de gisement, c'est-à-dire, au sein des basaltes traversant le granite et le recouvrant, dans les montagnes du Forez, et à la limite des départements du Puy-de-Dôme et de la Loire.

Dans sa description géologique et minéralogique du département de la Loire (1857), M. Gruner, en traitant des cônes basaltiques du Forez, cite (p. 687 et suivantes) les basaltes géodiques des environs de Montbrison, et, spécialement, du mont Simiouse, où, dit-il, on rencontre « la mésotype cristallisée en prismes quadrangulaires avec ses troncatures caractéristiques sur les angles (2). » Il ajoute que les basaltes à soufflures sont cependant rares dans le département de la Loire. Un peu plus loin (690), il fait remarquer que « dans le Forez, le basalte n'a pu percer la crête des monts, et, en approchant de la ligne de faîte, on ne rencontre souvent, au lieu de véritables buttes, qu'un assemblage de blocs plus ou moins arrondis, soulevant le granit des environs sous forme de dôme très peu bombé de 50 à 100 mètres carrés d'étendue : tels sont les deux

(1) Voir ses *Observations sur les volcans d'Auvergne*, traduites par Mme de Kleinschrod et annotées par Lecoq.

(2) Notons, en passant, que cette définition convient mieux à la christianite, la mésotype ne présentant qu'une pyramide formée par des troncatures sur les arêtes de la base.

amas que l'on voit à une faible distance de la route de Verrières à Saint-Anthême, l'un un peu au sud du hameau de Robert, l'autre à l'ouest du hameau de la Bruyère, et tels aussi les deux culots basaltiques de Gumières, l'un au nord-ouest du bourg, le second aux environs du hameau du Montel. »

C'est précisément dans les basaltes employés à empierrer la partie de la route de Montbrison à Saint-Anthême, qui traverse le bois de Verrières, que j'ai observé de très nombreuses vacuoles ou soufflures, tapissées de christianite, formant un enduit cristallin continu ; les cristaux sont très nets, d'environ $0^m,001$ de diamètre, et, le plus souvent, d'un blanc de lait. A côté de cette espèce, fort abondante dans ces pointements basaltiques, on trouve quelquefois de petites masses fibreuses de mésotype, dont la pyramide surbaissée est bien visible à la loupe; de rares et peu nets cristaux de calcite; puis, beaucoup plus abondamment que dans le basalte de Prudelles, ces masses compactes, verdâtres, sorte de laumonite, où sur quelques points libres dans la géode, la matière minérale offre un commencement d'individualisation; enfin, et exceptionnellement, quelques cristaux d'apparence octaèdrique, à faces rugueuses que je crois devoir rapporter à la Gismondine, et un globule de 6 à 7 millimètres de diamètre, de Puflérite (?), semblable à celle de la Seisser-Alp.

En résumé, on voit par les observations qui précèdent, et dont j'espère augmenter encore le nombre, que, si la mésotype est la plus belle des zéolithes des basaltes du Plateau central, la christianite n'offre pas, dans ces roches, un intérêt moindre au minéralogiste et au pétrographe, à cause de sa diffusion, jusqu'ici non remarquée des naturalistes.

Analyses d'émeris,

par M. R. Jagnaux.

J'ai eu l'occasion assez rare, je crois, d'analyser des émeris de différentes provenances, et j'ai l'honneur de communiquer à la Société le mode d'analyse assez rapide que j'ai suivi, ainsi que les résultats auxquels je suis arrivé.

On pèse 1 gramme d'émeri, réduit en poudre fine, puis avec un barreau aimanté, on enlève le fer oxydulé; on brosse le barreau aimanté avec une patte de lièvre, afin de faire tomber l'oxydule sur une feuille de papier blanc, puis on promène de nouveau le barreau aimanté sur l'oxydule, et il reste sur le papier le peu d'émeri qui a été entraîné mécaniquement.

On ajoute ce résidu à l'émeri et on pèse : la différence de poids donne le fer oxydulé contenu dans la substance analyser.

On attaque, au creuset de platine, la partie que l'on vient de peser, par 5 grammes de bicarbonate de soude pur, et on fait fondre à une température modérément élevée, on maintient pendant 5 minutes en fusion. On laisse refroidir, puis on met le creuset et sa spatule dans une capsule remplie d'eau acidifiée par l'acide chlorhydrique, et on chauffe : tout se dissout, sauf le corindon, que l'on recueille sur un filtre; on lave avec soin à l'eau bouillante, on sèche, on calcine et on pèse.

On évapore la liqueur, réunie aux eaux de lavage, jusqu'à siccité, on reprend par de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, on filtre la silice, on lave à l'eau bouillante, on sèche, on calcine et on pèse.

Dans la liqueur, on ajoute de l'ammoniaque et on fait bouillir : le fer, provenant de l'oxyde de fer contenu dans

l'émeri, se précipite, on filtre, on lave, on sèche, on calcine et on pèse.

On attaque le précipité d'oxyde de fer au creuset d'argent par la potasse à l'alcool, on lessive, on filtre, on lave, et dans la liqueur acidifiée par l'acide chlorhydrique, on verse de l'ammoniaque, qui précipite l'alumine, s'il y en a.

Dans les trois analyses suivantes, le précipité d'oxyde de fer ne contenait pas d'alumine.

	ÉMERI DE NAXOS	ÉMERI DE TYR	ÉMERI DE SMYRNE
Corindon	0,642	0,558	0,561
Silice	0,020	0,072	0,070
Fer oxydulé. . . .	0,268	0,175	0,110
Oxyde de fer . . .	0,069	0,195	0,259
	0,999	1,000	1,000

M. Jannettaz présente la note suivante :

Mémoire sur des inclusions probablement hyalines dans le gneiss granitique du Saint-Gothard,

par M. K. DE KROUSTCHOFF.

Dans le *Manuel de pétrographie microscopique* de M. Zirkel (1), la description des gneiss ne contient que brièvement, et comme en passant, la mention, que le quartz du gneiss granitique du Saint-Gothard renferme des inclusions doubles singulières, dont le contour intérieur n'éprouve aucun changement pendant la condensation de la libelle du liquide et qui, par conséquent, pourraient consister en un corps dur de nature vitreuse peut-être.

(1) Zirkel, *Mikroskop. Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine.* Leipzig, 1873.

Ce phénomène est assez surprenant dans une roche gneissique, et je trouve singulier que personne jusqu'ici ne l'ait soumis à une observation exacte et n'en ait fait l'objet d'un travail quelconque.

J'étais curieux de poursuivre une occurrence si anormale et je me propose de communiquer dans les lignes suivantes les observations que j'ai recueillies à ce sujet.

J'ai été surpris de ne trouver dans mes préparations que très peu d'exemples de ces inclusions doubles; par contre, des pores solides ou hyalins indubitables se présentent assez souvent. Ceux-ci, il est vrai, résident dans le quartz, mais ils sont généralement liés à des microlithes de mica blanc, c'est-à-dire qu'ils sont contenus dans les microlithes eux-mêmes comme les pores vitreux ordinaires, à moins qu'un lambeau de verre n'y soit attaché.

Dans un travail qui sera publié prochainement, je communiquerai le résultat de mes recherches sur la manière dont les inclusions hyalines secondaires se forment dans les substances minérales compactes. Les circonstances et les faits observés ayant été examinés et soumis à une critique minutieuse, j'ai pu en inférer que les pores vitreux peuvent se former de deux manières :

I. — Le magma pénètre du dehors (par une fissure) dans la substance minérale, remplit en partie un pore gazeux préexistant, ou bien aussi une cavité produite secondairement par frittage, dont elle corrode et élargit les parois. Lors du refroidissement, la silice se dégage souvent en partie, et cela apparemment dans ses trois états d'agrégation, tels que quartz, tridymite et silice globulaire (M. Michel Lévy (1). Dans le quartz fritté artificiellement j'ai pu observer des cavités secondaires de 1mm, phénomène, qui facilite aussi sous un autre rapport l'explication de la manière dont se forment les pores vitreux.

La formation de ces cavités ne peut s'expliquer qu'à

(1) *Tschermak's petrogr. u. min. Mitth.*, vol. IV, p. 480, 495, 49[illegible]

condition qu'on attribue au quartz une certaine élasticité sous une haute température. Celle-là étant constatée, on peut aussi admettre que des fissures, par lesquelles le magma a pénétré à l'intérieur, se referment complètement, se ressoudent, pour ainsi dire.

II. — Par la fusion de microlithes de mica, de pyroxène ou d'autres substances qui ne sont pas trop difficilement fusibles.

Dans le quartz du gneiss granitique du Saint-Gothard, Vogelsang (1) a déjà observé et décrit quatre variétés d'inclusions :

(*a*) Celles dans lesquelles on pouvait constater l'existence d'un liquide remplissant les cavités et qui contenaient une bulle gazeuse changeant de lieu sous l'effet de la caléfaction.

(*b*) Celles qui, outre la libelle, contenaient un cristal cubiforme et incolore. Vogelsang incline à prendre ces corpuscules pour des rhomboèdres de quartz.

(*c*) Les inclusions, qui consistent en deux liquides non miscibles, dont l'intérieur contenait une libelle condensable.

(*d*) Enfin, des pores singuliers, qui semblaient se composer d'une zone solide et d'un liquide expansible. Ces derniers, Vogelsang penche à les considérer comme des pores hyalins, mais il ne se prononce pas là-dessus d'une manière définitive et laisse la réponse à cette question à des recherches ultérieures et plus soigneuses. Je reprends donc l'étude de cet objet, et soumettrai les inclusions telles que je les ai observées dans le gneiss granitique du Saint-Gothard, et que j'ai examinées aussi exactement que possible à une discussion plus détaillée.

I. — Les pores, pourvus seulement d'une libelle plus ordinairement petite que grande, sont généralement irréguliers, flasques (cavités bosselées). Sous l'influence de la chaleur, la vésicule de gaz reste souvent stable ou ne

(1) *Pogg. Ann.* 1869, p. 257.

change que lentement et une seule fois de position. L disparition totale n'en a jamais pu être observée, bien q la chaleur ait été portée à 110° C. et que la préparation a été maintenue pendant vingt minutes à cette temperatur Il ne pouvait donc y avoir ici de l'acide carbonique liquid Le quartz, décrépité et examiné au spertroscope, montr la raie du sodium d'une manière distincte. Les contour extérieurs de ces pores sont précis, l'ombre visiblemen graduée vers l'intérieur, mais la libelle est loin d'être aus foncée que dans les pores hyalins. Lorsque le plan de préparation les atteint, on observe une paillette apparem ment toute plate et plus ou moins irrégulière.

II. — Les pores contenant de petits cristaux d'apparen cubique ne sont pas rares; en général, ils ressemble parfaitement aux précédents sous le rapport de leurs pr priétés. En les chauffant à 110° C., je n'observais aucu arrondissement des angles ni des arêtes des corpuscu limpides; je suis donc tout à fait de l'opinion de Vog sang (1), qui voudrait les considérer comme des rhomb dres de quartz. Nous trouvons quelque chose d'analog dans les dihéxaèdres de quartz et les tablettes de tridym que j'ai décrites et dessinées dans mon travail prés dent (2). Ces deux premiers genres d'inclusion contienne un liquide d'une nuance jaunâtre.

III. — Celles qui contiennent deux liquides non mis bles se rencontrent beaucoup plus rarement. Les contou de la cavité sont extrêmement fins, le premier liquid contours sphéroïdaux est beaucoup plus foncé, le deuxiè liquide expansible est tout à fait sombre et présente u large bande presque noire sur ses bords (pl. II, fig. 3 bulle de gaz est toujours petite, souvent difficile à v car elle se meut avec une grande vitesse et se cache p ainsi dire derrière les bords larges et foncés du liqu

(1) *L. c.*, p. 265.
(2) *L. c.*, p. 496. Pl. I, fig. 42 et 49.

intérieur. Ces libelles sont absorbées, en général, à la température de 32° C. et au-dessous; elles se comportent donc comme l'acide carbonique liquide.

IV. — J'ai pu trouver une inclusion très curieuse, qui ressemble, sous tous les rapport, à celle que Vogelsang a représentée (1) (pl. II, fig. 12). Dans une cavité de forme ovale se trouvent quatre sphéroïdes à libelles variables, qui furent absorbées à la température de 30° C., et qui se composaient, par conséquent, d'acide carbonique liquide, tandis que les sphéroïdes restent parfaitement indifférents, c'est-à-dire qu'ils ne se réunissent guère, circonstance qui présuppose l'entourage d'un corps solide. De ce nombre sont aussi des pores composés en apparence d'une zone solide et d'un liquide portant une libelle généralement immobile (pl. II, fig. 10). Sous l'effet de la chaleur, la vésicule gazeuse change, bien que très rarement, de lieu, tandis que les contours intérieurs du liquide restent tout à fait indifférents. La paroi vers le quartz est ici extrêmement fine; la ligne de démarcation du liquide un peu plus largement ombrée, la bulle de gaz assez foncée.

V. — Vogelsang mentionne des lamelles d'un jaune verdâtre clair (2), qui ressemblent quelquefois, pour la couleur et la forme, aux inclusions à libelles indifférentes (immobiles). Je penche à considérer de telles interpositions comme des microlithes de mica ou de salite; elles polarisent en partie avec beaucoup de vivacité; mais on en trouve aussi qui ne réagissent aucunement sur la lumière polarisée. La plupart sont de petites écailles rondes ou ovales; de temps à autre, on rencontre aussi de jolis cristaux, bien formés, à contours de rhomboèdres ou d'hexagones (pl. II, fig. 15, 16).

Les inclusions hyalines sont en général alliées à ces microlithes ou plutôt contenues dans leur intérieur. Ce

(1) *L. c.* Pl. III, fig. *d.*
(2) *L. c.* Pl. III, fig. *a.*

qui est singulier, c'est que les microlithes allongés, de même que ceux en lamelles, renferment presque toujours une ou plusieurs cavités vides à parois très sombres, qui sont d'ordinaire accolées aux côtés intérieurs (pl. II, fig. 13, 14, 21). A quelques-uns adhèrent cependant aussi des lambeaux de verre du côté extérieur, d'où ils plongent dans le quartz (pl. II, fig. 11).

Les couleurs de polarisation des microlithes de mica sont toujours excessivement vives, particulièrement dans les individus allongés, qui se montrent parallèles à l'axe de symétrie, tandis que les autres se projettent sur *p* (001). Les inclusions qui semblent de nature hyaline y sont contenues de différentes manières : tantôt les microlithes ont un pore vitreux (pl. II, fig. 18, 21), dont la périphérie présente une ligne bien déterminée et dont un des côtés extérieurs forme une partie des contours du microlithe, tantôt le verre est disposé alentour (pl. II, fig. 1, 4), de sorte qu'il l'enveloppe en partie ou pénètre même par des fissures dans l'intérieur (pl. II, fig. 1, 2); parfois, deux d'entre elles communiquent l'une avec l'autre au moyen d'un canal (pl. II, fig. 9). Une seule lamelle de mica contient souvent deux ou trois inclusions pourvues de libelles très foncées (pl. II, fig. 5, 22). On dirait que le verre a été pressé entre deux lamelles fissiles suivant *p* (001); dans ce cas, le verre se perd pour ainsi dire du côté vers lequel la pression a vraisemblablement été la plus forte (pl. II, fig. 5, en haut), et la goutte comprimée envoie des rayons dans différentes directions. Quelques-uns des microlithes présentent des formes cristallines précises; en partie, ils paraissent en lamelles parallélipipèdes (pl. II, fig. 16), en partie en lamelles hexagones d'au plus 0,02^{mm} d'épaisseur (pl. II, fig. 15). Lorsque ces dernières se montrent obliquement au plan de la plaque, on voit le verre y pénétrer en forme de languettes (pl. II, fig. 15). La couleur de cette substance vitreuse est nuancée du jaunâtre au brunâtre, et elle ne montre aucune trace de dévitrification, à l'exception de

quelques granules incolores fortement agissants sur la lumière polarisée, qui semblent être le quartz globulaire de M. Michel Lévy. Les vésicules gazeuses adhèrent souvent à la paroi intérieure de l'inclusion (pl. II, fig. 5, 18, 22), mais ordinairement sans pénétrer jusque dans le quartz ; en ce cas, la ligne de démarcation du microlithe bissecte le globule gazeux. Elles sont, en général, sphériques, mais, dans les veines hyalines étroites, aplaties ou même tordues (pl. II, fig. 2). Les inclusions contenant deux libelles très foncées ne manquent point, quoiqu'elles soient beaucoup plus rares. Mais, pour nous affranchir de tout doute sur la nature solide de ces interpositions, il se trouva un pore avec deux libelles qui se touchaient mutuellement (pl. II, fig. 20) et restèrent tout à fait indifférents à une température de 110° C. Quelques interpositions rondes ou indiquant des formes hexagonales dans le quartz même, ressemblent, il est vrai, aux microlithes de mica, mais ils ne réagissent aucunement sur la lumière polarisée, et portent, en outre, quelquefois, une petite bulle d'air presque noire et de petits corpuscules verdâtres fortement polarisants (pl. II, fig. 7). Ces granules arrondis sont probablement le dernier reste de microlithe de mica fondu. A cette catégorie, il faut ajouter quelques pores rares, qui possèdent plusieurs vésicules de gaz, et dont l'intérieur est rempli en grande partie de petits cristaux lamelliformes polarisants, de sorte qu'il n'en reste que bien peu d'espace pour la substance qui les entoure (pl. II, fig. 6, 8). Ces lamelles se rapprochent de la forme hexagonale et sont épaisses au plus de 0,001^{mm}; j'incline à les prendre pour de la tridymite (1).

Il nous reste encore à donner un aperçu des indices qui plaident en faveur de l'état solide de ces inclusions :

1. Toutes ces inclusions colorées furent chauffées à 110° C, sans que la moindre dislocation des libelles ait pu être constatée.

(1) *L. c.* Pl. II, fig. 49.

2. Leurs bords extérieurs, tant dans les microlithes d mica que vers le quartz, sont délicats et linéiformes, abs lument identiques aux inclusions vitreuses des roch éruptives récentes ; par contre la vésicule de gaz es presque noire jusqu'au sommet clair du globule.

3. Il se présente dans la même inclusion deux libelles à gaz qui se touchent mutuellement et qui restent tout à fa indifférentes sous l'effet de la chaleur.

4. Nous avons observé quelques pores coupés par plan de la plaque mince, dans lesquelles la bulle d'a apparaissait en forme d'une fine ligne circulaire (pl. I fig. 19).

Toutes ces circonstances démontrent qu'on ne pe douter que ces pores ne soient en partie de nature solid Cependant, il est apparemment anormal (je dis apparem ment) qu'une matière hyaline soit contenue dans le quar d'un gneiss. Au point de vue génétique, on pourr admettre deux hypothèses différentes :

I. Ou bien le gneiss granitique du massif du Saint-G thard est un granite éruptif métamorphosé par l'influen de phénomènes purement dynamiques ; dans ce cas l inclusions vitreuses seraient de nature primaire.

II. Ou bien ces mêmes phénomènes dynamiq seraient, mais d'une autre manière, la cause des inc sions hyalines ; alors elles seraient secondaires.

Par plusieurs raisons, cette dernière explication semble la plus admissible. Ces raisons sont les suivant

(*a*) Les pores vitreux sont, en général, alliés à d microlithes de mica, bien que quelques-uns se trouv indépendamment dans le quartz même. On sait que da les roches frittées ou par le frittage artificiel, le m fond en premier lieu ; il ne faudrait donc qu'une tempé ture suffisamment élevée pour que des microlithes mica ou d'autres minéraux, relativement peu réfractair se fondissent en partie ou même totalement en mati vitreuse dans le quartz.

(*b*) Nous avons vu quelquefois que les microlithes sont pour ainsi dire enveloppés par le verre; ou bien ils se composent à moitié de verre; dans beaucoup d'autres, le verre s'est formé le long des fissures.

(*c*) La bulle de gaz pénètre rarement à travers les parois du microlithe dans le quartz; une seule fois il a été observé qu'une libelle plonge à moitié dans le quartz (pl. II, fig. 24). A une autre lamelle de mica adhère, un lambeau de verre.

Pour démontrer comment des pores hyalins peuvent se former de cette manière artificiellement, je me suis occupé actuellement d'une série d'expériences que je pense communiquer plus tard.

Si mon hypothèse se vérifie de cette manière (1), la température suffisamment élevée qui doit avoir agi sur le gneiss granitique du Saint-Gothard devrait provenir de phénomènes dynamiques (dislocation, torsion de couches, etc., etc.).

Explication de la planche II.

Fig. 1, 2, 4. Microlithes de mica avec veinules de matières vitreuses.
— 3. Inclusion double liquide.
— 5. Microlithe de mica avec inclusions vitreuses.
— 6, 8. Inclusions avec divers microlithes (fig. 6, vu en lumière polarisée).
— 7. Inclusion vitreuse verdâtre avec granule limpide.
— 9. Microlithe de mica avec inclusions communiquant par un canal.
— 10. Inclusion double avec une zone solide.

(1) Dans le quartz des fragments de grauwacke empâtés dans le granit à pyroxène porphyrique de Bencha, près Leipzig, j'ai trouvé toute une série d'inclusions vitreuses, qui montrent toutes les phases de transition de microlithes de mica en pores vitreux.

Fig. 11. Microlithe de mica avec un lambeau de substance solide.
— 12. Inclusion avec quatre cavités contenant un liquide expansible.
— 13, 14. Microlithes de mica avec cavités vides.
— 15. Cristal de mica avec inclusion vitreuse.
— 16. Microlithe de mica en parallélipipèdes.
— 17. Inclusion avec une libelle invariable.
— 18. Microlithe de mica avec inclusions vitreuses.
— 19. Inclusion vitreuse coupée par le plan de la plaque mince.
— 20. Inclusion avec deux libelles qui se touchent mutuellement.
— 21. Microlithes de mica avec grandes cavités vides.
— 22, 23. Microlithes de mica avec inclusions vitreuses.
— 24. Inclusion vitreuse, dont la libelle est à moitié en dehors.

IMPRIMERIE PAUL BOUSREZ, RUE DE LUCÉ, 5, A TOURS.

BULLETIN

DE LA

SOCIETÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE

ANNÉE 1884. — BULLETIN N° 5.

Compte-rendu de la séance du 8 mai 1884.

PRÉSIDENCE DE M. CORNU.

M. le président annonce une présentation.

Sont nommés membres de la Société :

MM. le Dr ANT. de GORDON, directeur de l'École d'agriculture et professeur à l'Université royale de la Havane, présenté par MM. Plasencia et Bourgeois ;

Le Dr Gabriel ROUX, médecin à Ardes-sur-Couze (Puy-de-Dôme), présenté par MM. Des Cloizeaux et Gonnard.

M. le professeur Dr SZABO est élu membre honoraire en remplacement de M. Q. Sella, décédé.

M. CH. FRIEDEL entretient la Société des recherches qu'il poursuit avec M. ED. SARASIN, et qui l'ont conduit à la reproduction artificielle de plusieurs zéolites (mésotype, analcime, etc.); ces travaux seront prochainement exposés dans le *Bulletin*.

M. LACROIX fait les communications suivantes :

Note sur les cristaux d'olivine des sables de projection de la Plaine des Sables (Ile Bourbon),

par M. Alf. Lacroix.

M. Vélain a apporté de son voyage de l'île Bourbon une certaine quantité des produits de projection qui forment dans la Plaine des Sables un dépôt de plus d'un mètre. Ces sables sont composés en grande partie d'olivine; ils sont remarquables par leur cristallinité, car presque tous les petits éléments qui les constituent présentent des faces cristallines.

Bien que ces cristaux d'olivine ne présentent aucune forme nouvelle, j'ai pensé qu'en raison de la rareté des cristaux bien nets de cette espèce, il était intéressant de signaler les principales formes.

M. Vélain en a donné l'analyse (1).

	COMPOSITION EN CENTIÈMES.		OXYGÈNE.
Silice.	39,96		21,31
Alumine.	2,33		
Oxyde ferreux. . .	6,28	1,39	21,64
Chaux.	2,05	0,58	
Magnésie.	49,18	19,67	
	99,80		

Ils sont associés à de petits cristaux d'augite souvent très nets. Leur densité est 3,364.

Dans l'olivine, les formes observées sont les suivantes : m (110), h^1 (010), g^1 (100), g^3 (210) a^1 (011), $e^{1/2}$ (201), e^1 (101).

Ces différentes formes constituent les combinaisons suivantes :

(1) *Passage de Vénus sur le soleil*, t. II (2e partie), p. 136.

$g^1g^3e^1$;
$g^1g^3e^1e^{1/2}$;
$g^1g^3a^1e^1e^{1/2}$;
$h^1g^1g^3e^1e^{1/2}$;
$h^1g^1g^3a^1e^1e^{1/2}$;
$mg^1g^3a^1e^1e^{1/2}$.

Ces cristaux se rapportent au type de Torre del Greco. Les faces $g^1e^1e^{1/2}g^3$ dominent; au contraire, les faces h^1(010) et a^1 (011) sont très petites — m (110) est rare; a^1 est presque toujours arrondi. Les cristaux de la forme $g^1g^3e^1$, sont un peu allongés suivant l'arête g^1e^1 et aplatis suivant g^1.

Les axes optiques sont très écartés; ils sont compris dans un plan parallèle à h^1 (010).

La bissectrice est positive et normale à p.

Ils sont d'un beau jaune, leurs dimensions varient de 2 à 4 millimètres; cependant ceux de cette taille sont rares. Les faces sont rarement réfléchissantes, ce qui s'explique facilement par les frictions qu'ils ont dû subir les uns contre les autres au moment de leur projection. Les faces présentent en général cet aspect chagriné qui, au microscope, est si caractéristique des minéraux durs en général et de l'olivine en particulier.

Très souvent il y a des pénétrations de plusieurs cristaux.

Les inclusions de fer oxydulé sont assez fréquentes. L'augite qui accompagne l'olivine se présente en cristaux dont la longueur varie de 1 à 5 millimètres.

Leur couleur est noire verdâtre; en lame mince, ils sont d'un beau vert jaune. Ils renferment des inclusions d'apatite et de fer oxydulé. La forme habituelle est :

$$mh^1g^1b^{1/2} = (110)\,(100)\,(010)\,(\bar{1}11),$$

avec mâcles fréquentes suivant le plan d'assemblage h^1 (100) et axe de rotation perpendiculaire.

Sur quelques cristaux, aux formes précédentes, j'ai trouvé jointes les suivantes : $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$), $e^{1/2}$ (021).

Sur la barytine (Volnyne) de Chizeuil (Saône-et-Loire),

par M. Alf. Lacroix.

Sous le nom de volnyne, on a décrit un minéral regardé tout d'abord comme du gypse (Van Haberle) (1), puis comme une espèce à part (Jonas) (2) et dont Beudant (3) a montré l'identité avec la barytine. M. Schrauf (4) a publié un long mémoire pour démontrer d'une façon définitive que les caractères cristallographiques et optiques de cette espèce étaient bien ceux de la barytine. Cette forme de barytine n'a été signalée jusqu'à présent que dans deux ou trois localités de Hongrie et de l'Oural.

Je l'ai rencontré, l'année dernière, sur les haldes de la mine de limonite, aujourd'hui abandonnée, de Chizeuil (Saône-et-Loire). M. l'abbé Marmillod a bien voulu en outre me confier quelques échantillons de cette localité que j'avais remarqués dans sa collection.

Ces cristaux varient depuis 1 millimètre jusqu'à 1 centimètre environ : on les rencontre dans les cavités d'une limonite scoriacée ou sur une variété stalactiforme et fibreuse de Gœthite, sur laquelle je me réserve de revenir plus tard.

(1) *Hesperus*, april 1817, p. 147 (M. Schrauf).

(2) Jonas, *Mineralreich. Ungarn.* Pesth, 1820, p. 28 (id.).

(3) Beudant, *Voyage minéralog. et géolog. en Hongrie*, t. I, p. 457.

(4) *Sitzungsberichte der Akad. d. Wissensch.* Wien, 1860, XLI, p. 286.

Le caractère propre à la volnyne et qui la distingue des formes habituelles de la barytine, est le développement des faces de la zone m (110) h^1 (010) et l'allongement des cristaux suivant les arêtes de cette zone.

La base, dans les combinaisons les plus simples, a la forme d'un hexagone allongé suivant la petite diagonale. Lorsque les faces de la zone mh^1 deviennent plus nombreuses ou que surviennent des facettes sur les arêtes qui limitent la base, cette dernière prend une forme elliptique, exagérée dans les gros cristaux par l'arrondissement des arêtes et des angles.

J'y ai observé les formes suivantes :

p (001), m (110), h^1 (010), h^3 (120), a^2 (012), e^1 (101), $b^{1/2}$ (111).

Ces formes constituent les combinaisons suivantes :

pmh^1, cristaux polysynthétiques, jaunes, translucides, les faces p et m sont vitreuses, h^1 est peu développé et porte des stries parallèles à l'intersection de mh^1.

pmh^1h^3, gros cristaux très mâclés, semblables à la combinaison précédente mais plus aplatis, à faces moins vitreuses.

pmh^1e^1 — $pmh^1h^3e^1$, cristaux jaunes, translucides, e^1 vitreux et très brillant.

$pmh^1a^2e^1$ — a^2 n'existent qu'à l'état de très petites facettes miroitantes.

$pmh^1h^3b^{1/2}$, très petits cristaux, d'un jaune ambré, transparents, à faces très nettes et vitreuses, h^1 porte des stries parallèles à son intersection avec h^3; $b^{1/2}$ est strié parallèlement à l'arête $pb^{1/2}$, h^3 est en général réduit à des très petites facettes.

$pmh^1h^3b^{1/2}e^1$, mêmes cristaux que les précédents ; b^1 est réduit à de petites facettes. Je n'ai trouvé que 4 ou 5 cristaux de ces deux combinaisons.

En général, le centre de tous les cristaux est hyalin, ils doivent leur couleur jaunâtre et leur opacité plus ou moins grande à une couche jaunâtre qui s'est produite vers la fin de leur cristallisation.

Clivage parfait suivant p, net suivant m, et difficile suivant g^1.

Presque tous les cristaux que j'ai eus entre les mains (à part cependant ceux des deux dernières combinaisons) sont constitués par la pénétration d'un grand nombre d'individus avec plans d'assemblages parallèles à h^1. Cette disposition se traduit parfois par des plans de séparation suivant h^1, par des cannelures plus ou moins profondes sur h^1 et des irrégularités sur p. La cassure suivant h^1 est en général fibreuse dans les gros cristaux très mâclés.

J'ai rencontré dans cette même localité un échantillon de limonite scoriacée présentant dans ses cavités une intéressante pseudomorphose. Les petits cristaux de barytine ont été recouverts par une mince couche de limonite, puis ont disparus, de telle sorte qu'il ne reste plus qu'un squelette creux de cristal qu'il est aisé de percer avec une épingle.

M. Gorgeu présente la note suivante :

Sur une pseudomorphose artificielle de la silice,

par Alex. Gorgeu.

Les cristaux de Fayalite artificielle, calcinés au contact de l'air, commencent à s'oxyder au rouge sombre; en continuant l'application de la chaleur pendant 7 à 8 heures au rouge cerise clair, jusqu'à ce que la substance ne change plus de poids, on constate une absorption d'oxygène (7, 3 à 7,5 0/0) qui correspond à peu près à celle (7,8 0/0) qu'exige la transformation complète du protoxyde de fer en sesquioxyde.

Après ce grillage, les cristaux de silicate neutre, prim

tivement transparents et gris, sont devenus opaques et noirs, tout en conservant leur forme. Traités par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, ils laissent insoluble la totalité de la silice colorée en jaune clair par une très petite quantité de peroxyde de fer.

Cette silice est transparente, contient 4 à 6 pour cent d'eau qu'elle perd à la calcination et se dissout dans la solution bouillante de carbonate sodique saturée à froid, comme les hydrates ordinaires de l'acide silicique. Sa forme et l'action qu'elle exerce sur la lumière polarisée sont particulièrement remarquables.

Sa forme est exactement celle des cristaux de Fayalite employée et, par conséquent, celle des péridots.

Son action sur la lumière polarisée est, en apparence, celle d'un corps cristallisé biréfringent quand elle a été séchée, et celle d'un corps monoréfringent lorsqu'elle est au sein de l'eau.

M. Emile Bertrand, à qui j'ai communiqué ces faits, a bien voulu examiner cette pseudomorphose de la silice; voici le résultat des observations de ce savant minéralogiste :

« Cette substance placée entre deux nicols croisés rétablit la lumière; si on ajoute de l'eau et un verre mince par dessus, le rétablissement de la lumière n'a plus lieu. Ce dernier fait est absolument incompatible avec la supposition que ces soi-disant cristaux seraient biréfringents.

« La silice en question n'est pas cristallisée, elle est monoréfringente et agit sur la lumière polarisée comme feraient des prismes de matières transparentes amorphes ou monoréfringentes.

« Ces conclusions sont déduites des observations suivantes :

« La forme de la substance est prismatique sous un angle assez aigu.

« Ceux des cristaux (?) qui présentent deux faces parallèles avec un biseau de chaque côté, placés entre

deux nicols croisés ne rétablissent pas la lumière dans la région où le rayon polarisé pénètre normalement, quelle que soit leur position relativement au plan de polarisation du nicol inférieur.

« Les cristaux ne ramènent pas la lumière lorsqu'ils sont placés de telle sorte que leur allongement soit dirigé suivant le plan de polarisation du rayon incident ou à 90° de cette position.

« Enfin, et c'est là le fait le plus important, dans toute autre position que les deux précédentes le rayon lumineux qui les a traversés s'est polarisé dans un plan, c'est-à-dire qu'il peut être éteint en tournant le nicol analyseur d'un angle convenable sans que l'on remarque de changement de couleur. Des cristaux biréfringents, dans les mêmes conditions, donneraient à la sortie un rayon polarisé *elliptiquement* qui, par suite, ne pourrait être éteint en tournant l'analyseur. »

L'interposition de l'eau d'indice plus voisin de celui de la silice qui est l'indice de l'air, détruit l'effet que produisent les prismes dans l'air.

On peut obtenir la même pseudomorphose de la silice en prenant pour point de départ la Knébélite artificielle bien cristallisée (1) (23 0/0 de MnO, 47 de FeO). La Knébélite naturelle (34 MnO; 34 de FeO), traitée comme la Fayalite, laisse insoluble dans l'acide chlorhydrique toute la silice; mais comme ce minéral ne se trouve dans la nature que sous forme de masses laminaires, on ne constate la biréfringence que dans certaines régions anguleuses du produit obtenu. Ces derniers faits semblent me confirmer les conclusions de M. Bertrand.

La téphroïte, la rhodonite, les silicates acides naturels renfermant 10 à 20 0/0 de protoxyde de fer tels que l'hypersthène, le diallage et la hornblende, ne s'oxydant pas notablement lorsqu'on les grille au contact de l'air, ne peu-

(1) *Comptes-rendus*, avril 1884.

vent donner naissance à une pseudomorphose de la silice dans les mêmes circonstances que le silicate neutre de fer.

Je me propose de rechercher, à l'aide des composés ferreux oxydables au rouge et renfermant un acide insoluble dans les acides énergiques, s'il est possible de produire de nouvelles pseudomorphoses.

M. Des Cloizeaux présente la note suivante :

Note sur un oxyde de titane hydraté, avec acide phosphorique et diverses terres, provenant des graviers diamantifères de Diamantina (Minas-Géraës, Brésil),

par M. H. Gorceix.

M. Damour, dans un mémoire publié par le *Bulletin de la Société géologique* de 1855-1856, signale dans les sables diamantifères du Brésil l'existence d'un oxyde de titane hydraté. Cette même substance se rencontre en abondance dans les graviers du bassin du Jéquétinhonha, aux environs de Diamantina. Elle se présente sous la forme de petits disques aplatis se rapprochant de celle d'un haricot, ce qui leur a valu le nom de « favas » que leur ont donné les mineurs du pays. Il existe en outre une autre série de « favas » d'aspect analogue, mais où domine l'alumine hydratée avec acide phosphorique, oxyde de cérium, de didyme, etc., dont je dois la connaissance à M. Damour et dont je ne m'occuperai pas.

Les petits galets d'oxyde de titane hydraté, par leur aspect extérieur, se divisent en deux groupes distincts : les uns sont jaunes, rougeâtres et brillants ; leur surface est souvent criblée de petites cavités cellulaires ; leur texture

est compacte et présente les caractères de celle de certaines concrétions siliceuses; ils se trouvent spécialement placés dans les dépôts des lits des cours d'eau. Les autres sont grisâtres, à cassure terreuse; ils ont subi une usure moindre et appartiennent aux graviers des rives qui constituent les gisements diamantifères connus sous le nom de « *Goupiaras* ».

La différence de cet aspect extérieur est facile à expliquer par le fait même de leur situation qui a soustrait en partie les derniers à une action prolongée des eaux, action à laquelle est due la forme spéciale des graviers des dépôts diamantifères.

Les galets de ces deux séries décrépitent violemment et dégagent de l'eau acide dans le tube, où il est facile de reconnaître la présence de l'acide phosphorique.

Leur poussière est jaune; il rayent le verre; leur densité est de 3,96, intermédiaire entre celle de l'anatase et celle du rutile. La petite quantité de fer qu'ils contiennent n'est pas suffisante pour masquer les réactions de l'acide titanique au chalumeau.

Les acides n'agissent que très faiblement sur eux.

Pour arriver à déterminer les divers corps qui accompagnent l'acide titanique, une certaine quantité du minéral réduit en poudre a été maintenue longtemps en fusion avec le double de son poids de carbonate de soude.

La masse a été traitée par l'acide azotique et évaporée à siccité, puis reprise par le même acide étendu, à une douce chaleur. En ajoutant du chlorhydrate d'ammoniaque, la liqueur filtre facilement.

Le liquide filtré est presque complètement neutralisé par l'ammoniaque et traité ensuite par l'oxalate d'ammoniaque qui donne un précipité assez abondant. Ce précipité calciné est repris par l'acide azotique qui le dissout difficilement à chaud en se colorant en rouge. La dissolution étendue est traitée par l'ammoniaque, en portant à l'ébullition; on sépare ainsi du précipité un liquide où la présence

de la chaux peut être constatée. Le traitement direct, par l'azotate d'ammoniaque, des oxydes calcinés me paraît offrir moins de sûreté, car j'ai constaté qu'à l'ébullition les terres se dissolvent en partie dans une solution concentrée de ce sel.

Le précipité obtenu par l'ammoniaque est dissous dans une petite quantité d'acide azotique et traité par une solution saturée de sulfate de potasse en prenant les précautions indiquées pour la séparation de l'oxyde de cérium et de l'yttria.

Les sulfates insolubles de couleur jaune sont décomposés à chaud, en les faisant bouillir dans une solution de potasse, et les oxydes sont calcinés au rouge. La poudre ainsi obtenue est d'une couleur brune ; traitée par l'acide azotique au centième, elle se décolore en partie et la liqueur azotique prend la teinte rose des sels de didyme ; le résidu présente les caractères de l'oxyde de cérium. La liqueur séparée des sulfates insolubles donne un léger précipité gélatineux qui paraît être de l'yttria. Ce procédé long et pénible ne peut que difficilement servir à une analyse quantitative ; il m'a pourtant permis d'extraire de ces oxydes de titane 1 0/0 des terres du cérium, du didyme et de l'yttria. Le lanthane n'a pas été cherché. La liqueur séparée des oxalates insolubles donne par l'ammoniaque un précipité gélatineux, contenant de petites quantités de fer, et formé en majeure partie d'aluminé avec de l'acide phosphorique.

Enfin 40 grammes de matière fondue avec du carbonate de soude et de l'azotate de potasse donnent une dissolution se colorant en rouge sous l'action prolongée de l'hydrogène sulfuré, et le précipité obtenu par l'acide acétique présente au chalumeau les caractères du vanadium.

Il résulte donc de ces premiers essais que l'oxyde de titane hydraté des graviers diamantifères du Jéquétinhonha contient de l'acide phosphorique, de l'acide vanadique, de l'alumine, un peu de fer et de chaux, des oxydes de cérium, de didyme et d'yttrium.

Leur aspect concrétionné paraîtrait indiquer l'action d'eaux minérales, et je rappellerai à ce sujet, que dans le gisement de diamant en place de São João da Chapada près de Diamantina, au milieu de schistes et quartzites micacés décomposés, on trouve, avec des cristaux intacts de rutile, de l'anatase, de la martite et des concrétions ferrugineuses, dont quelques-unes contiennent de l'acide phosphorique.

A mesure qu'on étudie avec plus de soin les minéraux satellites du diamant, parmi lesquels on doit compter ces galets qui, pour les mineurs, sont un très bon indice de la présence de cette pierre précieuse, on voit augmenter le nombre de ceux qui contiennent des acides phosphorique et titanique et des oxydes des métaux de la famille du cérium.

Dans la partie supérieure du Jéquétinhonha, près de ses sources, de petits cristaux roulés de monazite sont assez fréquents, et des échantillons très purs, auxquels j'ai fait allusion dans une précédente communication à la Société de Minéralogie, proviennent, non de la province de Saint-Paul, comme je l'ai dit par erreur, mais de celle de Bahia aux environs de la ville de Caravellas, région encore moins éloignée des grands centres diamantifères.

M. Dufet présente la note suivante :

Influence de la température sur les indices de réfraction du quartz,

par M. H. Dufet.

Les expériences ont porté sur la variation de la double réfraction, mesurée par le déplacement des franges de

Fizeau et Foucault, et sur celle des deux indices, mesurée par le déplacement des franges de Talbot : j'ai obtenu ainsi une vérification précieuse des mesures.

Le quartz qui a servi aux expériences m'a été prêté obligeamment par M. Broch, directeur du Bureau international des Poids et Mesures. Ce quartz a servi aux expériences de M. R. Benoît sur les coefficients de dilatation du quartz ; son épaisseur est de $14^{mm},070$ dans le sens de l'axe, et de $14^{mm},614$ dans le sens perpendiculaire. Je dirai, une fois pour toutes, que j'ai pris pour les indices les valeurs données par M. Mascart

$$E \text{ (indice extraordinaire)} = 1,55338,$$
$$O \text{ (indice ordinaire)} = 1,54423,$$

et, pour les coefficients de dilatation, les valeurs résultant du travail encore inédit de M. R. Benoît, que ce dernier a bien voulu me communiquer,

$$\mu_1 = 0,0000071102 + 0,00000001712\, t$$

(dans la direction parallèle à l'axe) ;

$$\mu_2 = 0,000131615 + 0,00000002526\, t$$

(dans la direction perpendiculaire à l'axe), λ_0 étant pris égal à $0^{mm},0005892$.

L. — *Variation de la double réfraction.*

Le quartz est placé au centre d'une étuve de Gay-Lussac, portant deux ouvertures fermées par des glaces à faces parallèles ; la fente d'un collimateur reçoit, au moyen d'un petit prisme à réflexion totale, la lumière d'un bec Bunsen à sel marin et directement celle d'une lampe à pétrole ; cette dernière seulement est polarisée dans l'azimut 45°. Le faisceau parallèle émané du collimateur traverse le

quartz, deux prismes de flint, et est reçu dans la lunette d'un théodolite de Gambey donnant les 5". Cette lunette porte intérieurement un nicol croisé avec le premier.

On peut alors mesurer l'écartement de deux franges qui comprennent entre elles une des raies D et leur distance à cette raie. Dans les conditions de l'expérience, l'écartement de deux franges consécutives est environ de 2'; les angles sont mesurés par 7 ou 8 séries de 10 répétitions donnant des valeurs qui ne diffèrent entre elles que de 1" à 2". On obtient donc ainsi le retard correspondant à l'une des raies D avec une approximation de $\frac{1}{50}$ de frange environ. De ces mesures, faites à deux températures différentes, on déduira facilement la variation de la double réfraction. La température est mesurée par un thermomètre divisé de 0° à 100° en cinquièmes de degré, dont le calibrage a été refait, et dont l'intervalle fondamental a été déterminé à diverses reprises. Après chaque série, on a soin de mesurer le déplacement du zéro, et les nombres lus sont corrigés de l'erreur provenant de la portion de tige qui dépasse l'étuve.

L'étuve porte un régulateur de température, placé entre les deux fonds immédiatement au-dessus du foyer, du système perfectionné par M. R. Benoît (1). Ce régulateur contient un mélange d'éther et d'esprit-de-bois et permet d'obtenir pendant plusieurs heures une température comprise entre 35° et 80°, avec une telle constance que le thermomètre placé au centre de l'étuve ne varie pas pendant ce temps de $\frac{1}{50}$ de degré.

On voit donc que la température du quartz et le déplacement des franges sont aussi bien connus que possible. Quand on chauffe, les franges se déplacent du rouge vers le vert, montrant que la double réfraction diminue. Soit p

(1) *Journal de Physique*, 1re série, t. VIII, p. 346.

le nombre de franges et de fractions de frange qui passent pour un échauffement de t à t' degrés. En appelant μ_2 le coefficient de dilatation du quartz à la température moyenne $\frac{t'+t}{2}$ et en posant pour la différence des deux indices

$$E - O = (E_0 - O_0) - \alpha t - \beta t^2,$$

on a, pour la valeur du retard,

$$e\,[1 + \mu_2 (t' - t)]\,(E_0 - O_0 - \alpha t' - \beta t'^2) = k\lambda,$$
$$e\,(E_0 - O_0 - \alpha t - \beta t^2) = (k+p)\,\lambda,$$

et, en éliminant k et négligeant le terme en $\mu_2 \beta$,

$$(1 + \mu_2 t')\,\alpha + \beta(t' + t) = \frac{p\lambda}{e\,(t' - t)} + \mu_2 (E_0 - O_0).$$

Au moyen de quinze équations de cette forme répondant à des températures comprises entre 4° et 99°, j'ai obtenu, par la méthode des moindres carrés, les valeurs suivantes :

$$\alpha = 0{,}0000009724,$$
$$\beta = 0{,}000000001616,$$

ce qui donne, pour la dérivée de la différence d'indices,

$$-\frac{d\,(E - O)}{dt} = 0{,}0000009724 + 0{,}000000003232\,t.$$

L'erreur moyenne des résultats calculés et comparés à l'observation est 0,0000000145. On en déduit, pour l'erreur probable de α, $\frac{1}{125}$, et pour celle de β, $\frac{1}{23}$ environ.

II. — *Variation des deux indices.*

En recevant sur le collimateur la lumière d'un bec Ta-quem (1) à sel marin, on obtient un faisceau parallèle de la moitié traverse le quartz placé dans l'étuve, et la secon-moitié un quartz extérieur, parallèle à l'axe et d l'épaisseur est de 14mm,34. En plaçant après les prismes u fente de largeur convenable et un nicol qui laisse passer rayon ordinaire ou le rayon extraordinaire, on aperçoit s la raie D les franges de Talbot. Si la raie D répond à u frange brillante, elle apparaît bordée extérieurement de de franges brillantes très fines ; si elle répond à une fran obscure, elle se dédouble en deux raies brillantes d'ég intensité. En faisant varier lentement la température l'étuve, on voit les franges se déformer, et l'on peut sais avec une exactitude suffisante le moment où les frang extérieures ou les deux raies sont égales. Le retard augmenté ou diminué d'une longueur d'onde quand, partant d'une apparence donnée de la raie D, on retrou par un changement de température le même état.

On voit qu'on peut opérer de trois manières différentes en plaçant le quartz chauffé de manière que son axe s perpendiculaire aux rayons incidents et en le mettant à côté de l'arête du prisme, puisque son épaisseur (14mm,61) est plus grande que celle du quartz de compensation. obtient les franges dues soit à l'indice extraordinaire, s à l'indice ordinaire. Dans ces deux cas, lorsqu'on chauf le retard diminue, ce qui prouve que l'effet de la dimin-tion d'indice l'emporte sur celui de l'augmentation d'épa-seur. On peut aussi disposer le quartz chauffé de mani-que son axe soit parallèle aux rayons; on le met alors à côté de la base des prismes. On obtient alors la variatio de l'indice ordinaire; ici encore, le retard diminue, ce q-

(1) *Journal de Physique*, 1re série, t. X, p. 119.

prouve, à cause de la position différente des quartz, que l'effet de l'augmentation d'épaisseur l'emporte sur celui de la diminution d'indice.

Les températures sont déterminées, celle du quartz chauffé par le thermomètre étalon placé dans l'étuve, celle du quartz de compensation par un petit thermomètre placé très près de lui et divisé en $\frac{1}{10}$ de degré. Les observations, dans chacun des cas précédemment énumérés, peuvent se faire de deux manières :

1° Par le déplacement du quartz de compensation, on fait coïncider, à la température ordinaire et aussi exactement que possible, la raie D avec une frange obscure ou brillante, puis on relève ou abaisse progressivement le régulateur jusqu'à ce qu'il passe une ou plusieurs franges. On note les températures de l'étuve et du quartz de compensation.

2° On chauffe l'étuve à 100° pendant une heure ou deux, puis on la laisse se refroidir, en notant les températures qui correspondent aux divers aspects des franges; on a ainsi les différences de température correspondant à une augmentation ou une diminution de retard égale à λ. Il y a lieu dans ce cas de faire subir aux températures lues une correction importante; on ne peut croire, en effet, que la température du quartz soit égale à chaque instant à celle du thermomètre. Voici comment je crois pouvoir lever cette difficulté. Les expériences que j'ai rapportées précédemment, relatives au déplacement des franges de Fizeau et Foucault, donnent le déplacement en fonction de la température du quartz; en laissant refroidir l'étuve à partir de 100° et notant de minute en minute le déplacement des franges et la température marquée par le thermomètre, on en peut déduire la différence entre la température du quartz et celle de l'étuve, et, par conséquent, déterminer la correction qu'il faut faire subir aux températures lues. La différence entre les deux températures peut, d'après

mes expériences, atteindre 3°,2. Une circonstance particulière permet de s'assurer si la correction est suffisante; c'est qu'une erreur sur la température affecterait en signe contraire les résultats relatifs à l'indice ordinaire, suivant qu'ils sont obtenus avec le quartz perpendiculaire à l'axe ou avec le quartz parallèle, puisque, dans ces deux cas, le déplacement des franges a lieu dans un sens opposé.

Je me bornerai à établir les formules dans ce second cas, celles du premier s'en déduisant sans difficulté.

Soit p le nombre de franges déplacées, p étant positif ou négatif suivant que le retard croît ou décroît pour une élévation de température; soient t' et t les températures calculées du quartz chauffé, t'_1 et t_1, celles de l'étuve, θ et θ', celles du quartz de compensation et de l'air ambiant, e et ε les épaisseurs des deux quartz, μ_1 et μ_2 leurs coefficients de dilatation pour leurs températures moyennes $\frac{t'+t}{2}$ et $\frac{\theta'+\theta}{2}$; soient enfin

$$n = n_0 - xt - yt^2,$$

l'indice du quartz,

$$a = a_0 - \alpha t,$$

l'indice de l'air; on obtient, pour les retards, les équations

$$e(n_0 - xt - yt^2 - a_0 + \alpha t_1) - \varepsilon(n_0 - x\theta - y\theta^2 - a_0 + \alpha\theta) = k\lambda$$
$$e[1 + \mu_1(t' - t)](n_0 - xt' - yt'^2 - a_0 + \alpha t'_1)$$
$$- \varepsilon[1 + \mu_2(\theta' - \theta)](n_0 - x\theta' - y\theta'^2 - a_0 + \alpha\theta') = (k + p)\lambda.$$

On élimine k entre ces équations, en remarquant que peut être pris égal à e et que les termes du troisième degré sont négligeables. On a

$$(x - \alpha)[t' - t - (\theta' - \theta) + \mu_1 t'(t' - t)] + y[t'^2 - t^2 - (\theta'^2 - \theta^2)]$$
$$= (n_0 - a_0)[\mu_1(t' - t) - \mu_2(\theta' - \theta)] +$$
$$\alpha[t'_1 - t_1 - (t' - t)] - \frac{p\lambda}{e}.$$

Les équations de cette forme, relatives soit à l'indice ordinaire, soit à l'indice extraordinaire, ont été calculées par la méthode des moindres carrés. Pour l'indice extraordinaire, seize équations ont donné

$$x - \alpha = 0{,}00000615265,$$
$$\beta = 0{,}0000000056815,$$

avec une erreur moyenne égale à 0,0000000828.

Pour l'indice ordinaire, dix-huit équations obtenues avec plaque parallèle à l'axe, et sept avec plaque perpendiculaire ont donné

$$x - \alpha = 0{,}0000051279,$$
$$\beta = 0{,}000000004383,$$

avec une erreur moyenne de 0,0000000801.

Dans la résolution numérique des équations précédentes, j'ai admis pour l'indice de l'air les résultats qui m'ont été communiqués par M. R. Benoît, d'où il ressort que cet indice peut être, avec une grande exactitude, représenté par la formule

$$1{,}0002921 - 0{,}000001071t.$$

III. — *Résultats.*

Les expériences précédentes conduisent, pour la dérivée de l'indice par rapport à la température, aux valeurs suivantes :

$$(1) \qquad -\frac{d(E-O)}{dt} = 0{,}000000972 + 0{,}00000000323t,$$

$$(2) \qquad -\frac{dE}{dt} = 0{,}000007224 + 0{,}00000001136t,$$

$$(3) \qquad -\frac{dO}{dt} = 0{,}000006199 + 0{,}00000000877t.$$

La concordance entre ces diverses séries est satisfai-

sante, comme on peut le voir par le tableau suivant, où les résultats sont exprimés en unités du neuvième ordre décimal :

Température.	$-\frac{dE}{dt}$.	$-\frac{dO}{dt}$.	$-\frac{(E-O)}{dt}$ Calculé.	$-\frac{(E-O)}{dt}$ Déduit de (1).
0°				
0. . .	7224	6199	1025	972
20. . .	7451	6374	1077	1037
40. . .	7678	6550	1128	1102
90. . .	7905	6724	1181	1166
80. . .	8133	6900	1233	1231
100. . .	8360	7076	1284	1296

Pour obtenir les valeurs définitives, je tire de (1) et (3) la valeur de $\frac{dE}{dt}$ et je la combine avec celle donnée par (2), en attribuant à chaque équation un poids inversement proportionnel à l'erreur moyenne de chacune d'elles. De même pour $-\frac{dO}{dt}$. J'obtiens ainsi :

$$-\frac{dE}{dt} = 0{,}00000720 + 0{,}0000000117t,$$

$$-\frac{dO}{dt} = 0{,}00000622 + 0{,}0000000085t.$$

Ces nombres sont notablement plus élevés que ceux qui résultent des expériences de M. Fizeau (1). La divergence est surtout sensible pour les plaques épaisses et les températures élevées. Pour les plaques plus minces, il y a très sensiblement accord (2).

(1) *Recherches sur la dilatation et la double réfraction du cristal de roche échauffé*, par M. H. Fizeau (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. II, p. 143).

(2) Je dois, en terminant, remercier particulièrement M. R. Benoît,

Compte-rendu des publications minéralogiques allemandes,

par M. J. THOULET.

Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, von P. GROTH, t. VIII, 1re livraison.

I. *Sur le goniomètre de contact* (*Fühlhebelgoniometer*) de Fuess, par ALEXANDER SCHMIDT (pp. 1-24). Cet appareil, inventé par M. Fuess, le constructeur d'instruments de précision de Berlin, est impossible à décrire en détail sans figure. Il a pour but la mesure des angles des cristaux, dont les facettes mates ne permettent pas l'emploi des goniomètres fondés sur la réflexion lumineuse. Le goniomètre de contact se compose en quelque sorte de deux appareils juxtaposés : d'une part un goniomètre ordinaire avec cercle divisé, vernier et les divers systèmes destinés à assurer le centrage du cristal ; d'autre part, en face de ce cristal, se trouve un appareil composé d'un levier mobile autour de son point d'appui, dont le bras court peut être amené au contact du cristal tandis que le second bras très long se meut sur un cadran divisé. Il résulte de cette disposition qu'une facette cristalline occupant une certaine position indiquée, par exemple, par le zéro du cercle divisé du goniomètre, on sera averti du moment où l'autre facette dont il s'agit de mesurer l'angle avec la première occupera rigoureusement la position de celle-ci, par une rotation du cercle, lorsque le bras court du levier étant amené au contact, indiquera sur le cadran par l'extrémité de son long bras la même division que pour la première facette.

directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures, pour les nombres encore inédits qu'il a bien voulu me communiquer et qui m'ont permis de compléter, autant que j'ai pu, ses déterminations si précises des constantes du cristal de roche.

Après avoir donné une description complète de l'instrument, M. Schmidt indique son réglage, la manière d'opérer les mesures et les erreurs que comporte son usage.

II. *Notices minéralogiques* (nouvelle série), par G. von Rath (pp. 25-47).

16. *Contributions à l'étude de la forme cristalline de la miargyrite.*

17. *Sur la cuspidine du Vésuve.* — Étude cristallographique d'un minéral découvert au Vésuve en 1876 par Scacchi. Son analyse a été faite par le professeur E. Fischer. Le minéral finement pulvérisé, traité par l'acide acétique étendu, donne de la silice gélatineuse, une partie de la chaux se dissout, tandis que $CaFl^2$ et SiO^2 demeurent dissous. Le résidu est traité par l'acide sulfurique concentré : toutes les bases, le reste de la chaux et de petites quantités de fer et de magnésie se transforment en sulfates. On trouve :

Chaux	59,80 0/0
Oxyde de fer	1,18
Acide carbonique	1,20

Sur cette quantité de chaux, 42,2 sont solubles dans l'acide acétique, 17,6 sont insolubles dans les acides étendus. En supposant que cette dernière quantité soit dans le minéral à l'état de $CaFl^2$, elle devrait contenir 11,9 de fluor. Deux analyses faites spécialement au point de vue du fluor, n'ont donné que 9 à 10 0/0 de ce corps. On peut admettre que le minéral contient en outre de $Ca\,Fl^2$ un orthosilicate de calcium $Ca^2\,SiO^4$.

La cuspidine est monosymétrique; sa relation axiale est $a:b:c = 0,7243:1:1,9342$, $\beta = 89°22'$. Le plan des axes optiques est le plan de symétrie; la bissectrice optique pour le jaune fait un angle de 5°30' avec l'axe c dans l'angle aigu des axes β et est par conséquent inclinée d'arrière en avant vers le haut. Angle apparent des axes $2\,E = 110°$

(Na). Dispersion des axes et dispersion inclinée très nettes.

18. *Nouvelles facettes sur le diopside.*

III. *Albite de Kasbek,* par C. BAERWALD (pp. 48-53). — Cette albite, véritable type du terme sodique de la série des plagioclases, ne contient absolument aucune trace de potassium et de calcium. Le rapport d'oxygène est 1,036 : 3 : 12; son poids spécifique = 2,618 ; sa relation axiale est $a:b:c$ = 0,59858 : 1 : 0,54796, = 91°6′50″, β = 116°58′12″, γ = 85° 20′24″. On a vérifié les directions d'extinction en lumière de sodium pour les faces p et g^1. La première a donné, sur un cristal présentant la mâcle de l'albite, un angle de 2°17′5, comme moyenne de 20 lectures, la différence maximum étant 0°10′; la seconde face a montré des différences notables, car sur trois plaques, elle a varié de 18°41′ valeur maximum, à 18°4′ valeur minimum, comme moyenne $18°23\frac{2'}{3}$. Schuster trouve pour la face p la valeur + 4°30′, et pour la face g^1, la valeur + 19°.

IV. *Sur la microstructure, les propriétés optiques et la pseudomorphose par modification physique (Umwandlung), du rutile en fer titané,* par A. von LASAULX (pp. 54-75). — La pénétration (verwachsung), sous forme de sagénite du rutile, consiste en une répétition et une jonction de cristaux suivant les deux lois connues de l'hémitropie. Les anomalies optiques du rutile ne sont, pour la plus grande partie, sinon entièrement, qu'apparentes; elles sont la conséquence normale d'interférences résultant probablement de l'intercalation de lamelles hémitropes de plages uniaxiales juxtaposées, mais différemment inclinées sur la section de base. Poids spécifique = 4,13 — 4,80. Le fer titané possède une composition variable représentée par la formule $m\,Fe\,TiO^3 + n\,Fe^2\,O^3$. Cette étude a été exécutée principalement sur des échantillons provenant de la baie du Morbihan, aux environs de Vannes.

V. *Sur les mâcles de Cordiérite dans un produit de*

déjection du lac de Laach, par A. von LASAULX (pp. 76-80).

VI. 1° *Sur l'emploi de la lame de quartz de Bertrand pour les observations microstauroscopiques*, par A. SCHRAUF (pp. 81-82). — L'auteur préconise l'emploi de la lame $\frac{4}{4}$ de Bertrand dont il se sert comme d'un oculaire ordinaire ; les lignes de jonction des quatre lames de quartz constituent un excellent réticule pour mesurer les angles; jointe au polariseur, cette lame permet de constater le dichroïsme et de mesurer l'orientation de la direction d'intensité lumineuse maximum par rapport aux arêtes d'un cristal ; avec le polariseur et l'analyseur, elle laisse reconnaître très nettement par la diversité de leur coloration les plages faiblement biréfringentes des cristaux optiquement anormaux ; enfin l'oculaire sert encore aux mesures stauroscopiques.

2° *Sur les formes de l'oxyde de plomb*, par O. LUEDECKE (pp. 82-83). — Analyse et description microscopique de cristaux d'oxyde rouge de plomb, obtenus en fondant ensemble de l'oxyde de plomb hydraté $Pb^3 O^4 H^2$ avec de la potasse hydratée. Ces cristaux sont tétragonaux, d'une couleur variant du jaunâtre au brun-rouge par lumière transmise.

3° *Prix proposé par la Jablonowskische Gesellschaft à Leipzig* pour 1884 : Reconnaissance et détermination des tensions photo-électriques produites par l'action de la lumière sur des cristaux artificiels et colorés avec des matières convenables; relation entre ces tensions et l'activité thermo-électrique manifestée par des changements de température. — Prix : 700 marks.

Pour 1886 : Répondre au moyen de recherches bibliographiques et d'expériences originales à la question suivante : Conditions d'où dépendent dans les substances cristallisables l'origine des différentes formes cristallines ou la combinaison mutuelle des formes simples. Il est à dési-

rer que l'on accorde une attention particulière aux substances permettant d'étendre les résultats obtenus aux minéraux se rencontrant dans la nature. — Prix, 1000 marks.

Les mémoires écrits en allemand, en latin ou en français, porteront une devise et seront accompagnés d'une enveloppe cachetée sur laquelle sera inscrite la même devise et qui contiendra le nom et le domicile de l'auteur. Ils seront reçus jusqu'au 30 novembre de l'année indiquée, par Herr. Geh. Hofrath prof., Dr. W. Hankel, Leipzig, Thalstrasse, 15. c.

VII. *Extraits de mémoires divers* (pp. 84-96), 2e et 3e livraisons.

VIII. *Recherches stauroscopiques,* par H. Laspeyres (pp. 97-123).— L'auteur, dans des publications antérieures, s'était assuré que les méthodes stauroscopiques actuelles, sous condition de certaines précautions, ne le cèdent en rien aux autres procédés de mesure employés en physique, et qu'il importait beaucoup de perfectionner le stauroscope en le transformant en véritable appareil de précision. Il avait aussi étudié les anomalies stauroscopiques et trouvé qu'il existe certaines lames minérales qui, en dépit de toutes les précautions, fournissent des résultats contraires à ceux que l'on était en droit de prévoir ; ces anomalies sont dues non aux lames minérales elles-mêmes, mais à l'instrument; elles varient pour une même substance avec l'épaisseur de la lame et la variété de la lumière employée, mais elles peuvent s'annuler dans le cas où il existe une relation déterminée entre l'épaisseur de la lame et la longueur d'onde.

Dans le travail actuel, M. H. Laspeyres poursuit ces recherches. Après avoir expérimenté avec la plupart des appareils connus et donné les résultats obtenus par lui sur une même substance essayée avec chacun d'eux (ancien stauroscope, polariscope de Savart, de v. Kobell et de Brezina, plaque de calcite Calderon, double plaque de quartz de

Soleil, lame de quartz de Bertrand, de Laurent, prismes de Jelett, de Cornu), il se décide à employer le binicol (Zwillingsnicol) de Schmidt et Häusch. Ce binicol est obtenu en coupant la moitié supérieure d'un nicol ordinaire, celle par laquelle sort le rayon extraordinaire, en deux parties par une section passant par le plan de sa section principale; sur chacune des deux nouvelles moitiés, on enlève parallèlement à la longueur une lame en coin de 2° à 2°5, on rapproche les sections en les collant au baume de Canada et on replace, en la recollant aussi au baume, la moitié supérieure du binicol sur sa moitié inférieure. Ce binicol diffère du prisme de Cornu en ce que les portions inférieure et supérieure ne sont pas, comme dans celui-ci, également modifiées.

Avec ce binicol, le champ n'est également ombré que lorsque le plan principal de l'analyseur est rigoureusement normal au plan de séparation du polariseur; la moindre différence de position se manifeste par une différence d'éclairement en sens opposé. Une lame biréfringente intercalée entre un polariseur et le binicol ne produit un éclairage égal des deux moitiés du champ que lorsqu'un de ses plans principaux de vibrations coïncide avec le plan de séparation des deux parties du binicol.

Nous ne suivrons pas M. Laspeyres dans la description détaillée qu'il donne de son stauroscope où l'emploi du binicol joue le rôle principal, ni dans celle de son réglage, ni dans les sept séries de recherches auxquelles il se livre sur divers minéraux, ni enfin dans sa façon d'obtenir la valeur de l'angle ν, compris entre le plan de symétrie du binicol et le plan normal passant par la ligne 0-180 du limbe. Nous nous bornerons à énoncer les résultats de son travail.

1. Toutes les lamelles cristallines examinées au nouveau stauroscope fournissent des résultats parfaitement normaux, tandis qu'avec les anciens instruments il était rare de trouver une lame normale.

2. La méthode stauroscopique, avec les précautions convenables, n'est en rien inférieure comme précision aux autres méthodes de mesure employées en physique, et elle est d'autant plus exacte que la lumière dont on se sert est plus brillante (lumière solaire ou lumière de sodium). Les différences entre les observations et les calculs sont, dans la plupart des cas, inférieures à une minute et dans les cas les plus défavorables, elles ne dépassent pas deux minutes.

3. L'angle ν, pour une même lamelle cristalline, possède une valeur constante pour toutes les lumières et par conséquent est indépendant des tensions qui se produisent dans l'appareil sous l'action du temps et de la température.

4. Cependant la valeur de l'angle ν, par des causes non encore éclaircies, éprouve des variations de quelques minutes pour des lames cristallines différentes. Il est donc nécessaire de déterminer la valeur de cet angle pour chaque cristal.

5. M. Laspeyres se propose de faire construire un nouveau stauroscope modifié de manière à augmenter son exactitude. A l'aide de cet instrument de précision, on sera en état d'étudier les légères modifications éprouvées par les directions de vibrations de la lumière dans les cristaux soumis à des tensions ou à l'action de la chaleur.

6. Enfin, il y a tout lieu de recommander d'adapter un binicol de Schmidt et Häusch aux microscopes destinés aux études de minéralogie ou de lithologie.

IX. *Sur les feldspaths de Pantellaria,* par H. Förstner (pp. 125-202). — Etude très complète d'un grand nombre de feldspaths tant au point de vue de la composition chimique qu'à celui des propriétés physiques et surtout optiques. Ce travail vient apporter de nouvelles vérifications à la théorie de Tschermak et aux travaux de Max Schuster sur les feldspaths.

X. *Notices minéralogiques,* par F. J. Wiik (pp. 203-210).

— Etude physique et cristallographique du microcline à bases de potasse et de soude du Saint-Gothard, de l'anorthoïte de Sillböle et de la Lindsayite de Orijärvi. L'auteur désigne sous le nom d'anorthoïte une variété particulière d'anorthite. Le travail se termine par l'énoncé de quelques faits pouvant servir à élucider les relations existant entre les propriétés optiques et la composition chimique dans le pyroxène.

XI. *Détermination de l'acide borique dans les borosilicates*, par C. Bodewig (pp. 211-218). — Les procédés indiqués dans les traités d'analyse pour la séparation de SiO_2 et de B_2O_3 sont peu exacts, et la méthode pour séparer $KBFl_4$ d'un mélange de K_2SiFl_6 par AzH_3 est absolument inapplicable. L'auteur décrit avec détail un procédé particulier et l'applique à l'analyse de nombreux échantillons de Danburite et de datolite.

XII. *Sur quelques minéraux de Predazzo*, par A. Cathrein (pp. 219-225). — Etude cristallographique de fer magnétique de la Scolotta, de schéelite, de Monte-Mulat, de hornblende de Roda, de grenat de la Malgola et de spath calcaire de la Selle dei Monzoni.

XIII. *Sur la Scovillite, nouveau phosphate de didyme, d'yttrium, etc., de Salisbury, Connecticut*, par G.-J. Brush (pp. 226-230). — L'analyse donne la composition suivante :

	TROUVÉ.	CALCULÉ.
P_2O_5	30,12	29,46
$(Y, Er)_2O_3$.	10,28	11,51
$(La, Di)_2O_3$.	55,73	55,29
Fe_2O_3	0,30	»
H_2O. . . .	3,57	3,74
	100,00	100,00

Composition correspondant à la formule générale $R_2(PO^4)_2 \cdot H_2O$.

XIV. *Sur le ditricuprophosphate et la Lunnite*, par

A. Schrauf (pp. 231-237). — Le ditricuprophosphate s'obtient en traitant une solution ammoniacale d'oxyde de cuivre par une quantité presque équivalente d'une solution aqueuse de phosphate d'ammonium hydraté; on abandonne le mélange dans un vase plat couvert à une évaporation spontanée; au bout de plusieurs mois, on obtient un épais précipité bleu-verdâtre, bien cristallisé sous le microscope, dans le système asymétrique et analogue aux cristaux de la combinaison correspondante de manganèse. Il semble donc qu'on pourrait donner à ce corps la formule $CuHPO_4$. Cependant l'analyse chimique ne justifie pas entièrement cette hypothèse. En effet, cette formule est variable selon que l'on étudie la constitution du corps desséché à 100° ou à 280°; dans le premier cas, elle est :

$$3(H^2Cu^2P^2O^8 + 5H^2O) + Cu(HO)^2,$$

et ces variations s'appliquent directement à la minéralogie, parce qu'elles expliquent les différences si grandes trouvées par divers auteurs dans la composition des phosphates de cuivre naturels (lunnite, pseudomalachite).

XV. *Notes et notices diverses :* 1° *Sur une formule de zône simple*, par A. Schrauf (pp. 238-239).

2° *Sur la Schuchardite*, par Gottfried Starkl (pp. 239-240). — La composition de cette substance ayant pour densité 2,339, correspond à la formule empirique

$$Al_{18}\,Fe_2\,Si_{10}\,O_{50} + Fe_3\,Ni_5\,Ca_2\,Mg_{38}\,Si_{24}\,O_{96} + 44aq.$$

3° *Sur la téphroïte cristallisée de Langban en Wermland*, par Hj. Sjögren (pp. 241-242). — Étude cristallographique tendant à faire adopter pour ce minéral ayant pour formule $Mn^2\,Si\,O^4$ la relation axiale $a : b : c = 0,4600 : 1 : 0,5937$ au lieu de $a : b : c = 0,4658 : 1 : 0,5866$ donnée par Kokscharow.

4° *Sur la manganocalcite*, par J. A. Krenner (pp. 242-

243). — La manganocalcite est à supprimer de la liste des minéraux rhombiques, et il n'y a pas lieu de conclure encore à la dimorphie du carbonate de magnésium, de manganèse et de fer.

5° *Sur la présence de la barytine dans la vallée de Binnen*, par F. Grünling (pp. 243-245). — La barytine se trouve dans la dolomie, accompagnée par la blende, la pyrite et la Dufrénoysite.

6° *Prix Baumgartner, proposé par la K. Akademie der Wissenschaften de Vienne.* — Déterminer sur un nombre de cristaux aussi considérable que possible, appartenant aux divers systèmes, la conductibilité électrique et la distribution de l'électricité sur leur surface. Valeur, 1000 florins ; le mémoire doit être envoyé au plus tard le 31 décembre 1885.

XVI. *Extraits de mémoires divers* (pp. 246-320), t. VIII, 4e livraison.

XVII. *Sur la pénétration du fer magnétique par la titanite et le rutile,* par A. Cathrein (pp. 321-329). — Les conclusions du mémoire sont :

1° L'enveloppe de leucoxène, dont s'entoure le fer magnétique, ne contredit pas l'hypothèse que le minéral est un résultat de pseudomorphose de forme (Umwandlung.)

2° Dans un pareil fer magnétique, $Fe_2 O_3$ est remplacé par $Fe Ti O_3$, et c'est aux dépens de cet acide titanique que peut se former le leucoxène, qui n'est autre que de la titanite.

3° Les relations que l'on constate au microscope, entre la bordure et le noyau du minéral, prouvent nécessairement que la titanite provient de la magnétite.

4° L'enveloppe de titanite entourant la pyrite ne s'oppose pas non plus à l'hypothèse d'une pseudomorphose de forme, et elle s'explique par l'existence préexistante d'une enveloppe de magnétite autour de la pyrite de fer.

5. Un fer magnétique, en apparence homogène, s'entoure

souvent de fer titané à l'état de pénétrations microscopiques régulières de petites aiguilles de rutile.

6. On explique ainsi l'excès d'acide titanique indiqué par l'analyse chimique dans un grand nombre de fers magnétiques titanés.

7. Le rutile manifeste aussi une transformation de forme en titanite, et il peut même, dans le cas d'une pénétration microscopique de fer magnétique, participer à la formation du leucoxène.

XVIII. *De quelques minéraux rencontrés dans une exploitation de chromite de l'Oural*, par A. Arzruni (pp. 330-337). — Ces minéraux sont la Kammererite, la Pérowskite et le rutile.

XIX. *Soufre de Zielenzig*, par A. Arzruni (pp. 337-342). — Ce soufre se trouve disséminé dans des lignites ; l'auteur est d'avis qu'il doit provenir du fer sulfuré (marcassite), qui se transforme aisément en sulfate de fer. Pour deux échantillons, l'un de Zielenzig, l'autre d'Oker, on a trouvé les relations axiales suivantes :

$$a : b : c = 0{,}81365 : 1 : 1{,}89863 \quad \text{Zielenzig.}$$
$$a : b : c = 0{,}81070 : 1 : 1{,}90053 \quad \text{Oker.}$$

XX. *Groddeckite, nouvelle zéolite de Saint-Andreasberg, dans le Hartz,* par A. Arzruni (pp. 343-350). — La groddeckite de Saint Andreasberg est un nouveau membre du groupe des Chabasies ; c'est une gmélinite contenant de la magnésie et de l'oxyde de fer, avec la composition :

$$(Mg\,Na_2)_2\,(Al_2, Fe_2)\,Si_9\,O_{26} + 13\,H_2\,O.$$

ou comme expression générale :

$$(\overset{II}{R}, \overset{I}{R_2})\,\overset{IV}{R_2}\,Si_{4,5}\,O_{13} + 6{,}5\,H_2\,O.$$

Les cristaux de groddeckite correspondent absolument à ceux de plusieurs gmélinites jusque dans la tendance

qu'ils montrent à remplacer le rhomboèdre par un scalénoèdre possédant presque la même position.

Les valeurs des angles pour la groddeckite, comme pour tous les autres membres du groupe des chabasies, sont très variables et à peine différentes des angles de la gmélinite; le clivage est le même que celui de la gmélinite de sorte qu'il résulte que la groddeckite est isomorphe avec ce minéral.

XXI. *Contributions à l'étude des feldspaths à bases de soude et de potasse de Silésie*, par A. Beutell (pp. 351-377). — L'auteur étudie, en comparant ses résultats avec ceux de Mallard et de Max Schuster, les propriétés optiques, la composition chimique et les propriétés géométriques d'un microcline provenant d'une granitite du Riesengebirge, d'une albite de la même roche, d'un microcline et d'une albite d'une granitite de Striegau, des feldspaths des granites de l'Eulengebirge, savoir : un microcline de Lampersdorf, un microcline de Leutmannsdorf, un microcline de Michelsdorf et une albite de Reichenbach.

XXII. *Recherches cristallographiques*, par K. Haushofer (pp. 378-398). — Examen cristallographique d'un grand nombre de composés organiques.

XXIII. *Extraits de mémoires divers* (pp. 399-432).

IMPRIMERIE PAUL BOUSREZ, RUE DE LUCÉ, 5, A TOURS.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE

ANNÉE 1884. — BULLETIN N° 6.

Compte rendu de la séance du 12 juin 1884.

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT.

M. le Président annonce cinq présentations.

M. le Dr WICHMANN, professeur à l'Université d'Utruchl (Pays-Bas), présenté par MM. Renard et Ch. Barrois, est nommé membre de la Société.

M. le professeur Dr SZABO adresse à la Société ses remerciements pour sa nomination au rang de membre honoraire.

M. R. JAGNAUX adresse deux notes, l'une sur la dureté des émeris, et l'autre sur les épurations de la poudre de diamant.

M. Damour présente la note suivante :

Note sur un nouveau phosphate d'alumine et de chaux, des terrains diamantifères,

par M. A. Damour.

M. de Bovet, professeur à l'École des mines d'Ouro-Preto, au Brésil, a fait don à l'École des mines de Paris et au Muséum d'histoire naturelle, de plusieurs substances minérales recueillies sur les terrains diamantifères de la province de Minas Geraës.

Parmi ces minéraux, M. Richard, préparateur à l'École des mines, remarqua de petits grains arrondis et transparents, dont les caractères extérieurs et les propriétés optiques lui parurent distincts de ceux des espèces déjà connues; il m'en remit quelques décigrammes pour étudier leur composition. Je viens exposer ici le résultat de cet examen.

Ce minéral, qui fait partie des sables diamantifères, se montre en petits grains arrondis, de 1 à 5 millimètres de diamètre, de couleur blanc jaunâtre, plus ou moins transparents; d'après les observations de M. Richard, il montre un clivage facile, à travers les faces duquel on aperçoit, au polariscope, la croix noire positive traversant les anneaux caractéristiques des cristaux à 1 axe.

La dureté du minéral est égale à celle de l'apatite. Sa densité = 3,26.

Chauffé dans le matras, il dégage de l'eau, blanchit et devient opaque. A la flamme du chalumeau, il fond difficilement sur les bords des plus minces fragments. Humecté de nitrate cobaltique et chauffé, il prend une teinte bleue. Les acides ne l'attaquent pas. Un essai préliminaire m'ayant fait reconnaître que cette substance minérale est essentiellement composée d'acide phosphorique, d'alumine et de chaux unis à une certaine proportion d'eau, l'analyse quantitative m'a donné les résultats suivants :

Acide phosphorique .	14,87	8,33	5
Alumine	50,66	23,60	15
Chaux.	17,33	4,95	3
Eau	16,67	14,82	9
	99,53		

On en tire la formule :

$$Ph^2O^5, 5Al^2O^3, 3CaO + 9H^2O.$$

La composition donnée par cette formule serait :

Ph^2O^5	14,38
$5Al^2O3$.	52,19
$3CaO$.	17,02
$9H^2O$.	16,41

Ce minéral, par ses caractères physiques aussi bien que par sa composition, me paraît constituer une nouvelle espèce. Jusqu'à ce moment, on n'en a recueilli que de très rares échantillons disséminés parmi les nombreuses substances qui composent les sables diamantifères de rivière au Brésil. Je propose de lui donner le nom de *goyazite*, qui rappelle celui de la province où se trouvent les principaux gîtes du diamant.

M. le Secrétaire présente les notes suivantes :

Note sur l'existence du sphène dans les roches du Puy-de-Dôme,

par M. F. Gonnard.

L'existence du sphène dans les roches du département du Puy-de-Dôme a été jusqu'à présent assez rarement

constatée. Bouillet se borne à citer ce minéral dans le phonolite de la Sanadoire et dans le domite de la déchirure ouest du Puy de l'Ecorchade ou Puy Chopine. Lecoq n'en fait mention que dans le trachyte du Puy de la Tache.

A la Sanadoire, le sphène, associé à l'haüyne, n'apparaît comme ce minéral qu'en très petits grains ou cristaux, fort peu abondants dans la roche.

Je n'ai pas eu occasion de voir d'échantillons du Puy Chopine.

Quant à ceux de la Tache, ils sont au contraire assez fréquents, et, sur certains points, forment, soit à la surface, soit à l'intérieur du trachyte de ce puy, un semis de grains cristallins jaune miel. Ils sont associés à de l'oligiste et à de fort petits cristaux d'un rouge sang de bœuf, que leur fusibilité et leur solubilité dans les acides font rapporter au péridot (1).

Depuis ces observations, j'ai eu, de mon ami A. Julien, connaissance de cristaux de sphène dans les phonolites de Sallèdes et de la Chaux-Montgros, canton de Vic-le-Comte. Les cristaux sont, dans ces roches, tout à la fois plus abondants, plus gros et plus nets que ceux de la Sanadoire.

De mon côté, j'ai, l'an dernier, signalé l'existence de ce minéral dans l'eukrite de St-Clément, canton de St-Anthème. Mais là encore les cristaux sont fort petits et difficiles à isoler, et, par suite, à étudier.

Récemment j'ai eu à déterminer divers échantillons de minéraux et de roches du canton d'Ardes ; ils m'étaient adressés par M. le docteur Gabriel Roux. Parmi les roches, j'ai remarqué une belle amphibolite, tout à fait semblable à celle de Zermatt (chemin de St-Théodule). Je note en passant que les amphibolites ont été peu étudiées par les anciens géologues auvergnats, et que celle d'Ardes bien que paraissant avoir une extension assez considérable, d'après les renseignements que je tiens de M. G.

(1) C'est à M. E Jannettaz que je dois cette détermination.

Roux, n'est même pas mentionnée par Lecoq et Bouillet. Quoi qu'il en soit, indépendamment de son rôle géologique, l'amphibolite de la côte de la Pinatelle, au-dessus d'Ardes, est remarquable au point de vue du minéral, dont il est ici question. Elle en renferme des cristaux d'un volume peu ordinaire. C'est ainsi que, sur l'un des échantillons que j'ai reçus, un cristal incomplet, partiellement englobé dans la roche, et qui ne laisse apercevoir que deux faces nettes, n'a pas moins de 3 centimètres de longueur. La couleur en est jaune, comme pour ceux des cristaux de l'amphibolite de Zermatt. J'ai trouvé, pour l'angle des deux faces visibles, 155° 10′, valeur voisine de celle que l'on obtient pour l'angle des faces o^2 (102) et $d^{1/2}$ (111).

Observation à propos de l'andalousite du Forez,

par M. F. Gonnard.

On lit dans les traités de minéralogie que l'andalousite a été trouvée, en 1780 dans le Forez par le comte de Bournon. La plupart des auteurs ne donnent pas du gisement une désignation plus précise. D'autres, et des plus récents, indiquent la localité d'Imbert, près de Montbrison; or, cette localité n'existe pas.

D'après un vieil auteur, Passinges, que cite pourtant Gruner, la découverte de ce minéral ne serait pas due à Bournon, mais à un sieur Imbert, près de Montbrison. Il s'est fait là une erreur inverse de celle qui consistait à prendre le Pirée pour un homme.

Au reste, en admettant l'authenticité d'une découverte, dont l'auteur, quel qu'il soit, a montré, par le soin qu'il a pris d'en dissimuler le lieu, un esprit peu généreux et même peu scientifique, voici ce que me permet d'ajouter à cet égard une communication que je reçois de M. le Vte de

Chaignon, chargé de la conservation du musée d'Allard, à Montbrison : les deux petits prismes d'environ 2 centimètres de haut, cités par Gruner, et qui sont, dans cette collection, les seuls témoins qu'on y puisse observer de la découverte attribuée à Bournon, sont aisément rayables par une pointe de canif et font effervescence avec les acides ; ils doivent être rapportés à l'aragonite, (de Bastennes [?]).

M. Gorgeu présente la note suivante :

Note sur le granite désagrégé de Cauterets,

par M. A. Gorgeu.

On trouve dans la vallée de Cauterets à la base du Péguère, enfouis sous les arbres du jardin de l'établissement, « des œufs, » des blocs granitiques pénétrés par l'humidité du sol et qui, sous la simple pression des doigts, se désagrègent facilement.

L'échantillon que je mets sous les yeux de la Société provient d'un bloc de 30 c. m. de diamètre et comprend une partie de la zone extérieure rapportée dans un flacon saturé de vapeur d'eau ; un morceau du centre qui avait conservé sa dureté, enfin, et c'est là le fait qui, je crois, mérite d'être signalé, un fragment résultant de l'exposition à l'air d'une partie de la zone extérieure ; ce fragment, ainsi que l'on peut s'en assurer, a repris sa dureté primitive.

Je n'ai pas réussi à rendre de nouveau friables les morceaux durcis à l'air, soit en les plongeant dans l'eau, soit en les entourant de sable humecté d'eau progressivement jusqu'à ce que celle-ci couvre le granite.

Cette désagrégation ne paraît pas due à une action chimique; j'ai observé du moins que l'eau renfermée dans le sol ou dans le granite était sans saveur et neutre aux papiers réactifs, et que la partie arénacée ne présente pas de coloration jaune ou de dépôt blanc qui indiquent une altération du mica ou du feldspath.

M. des Cloizeaux présente les notes suivantes :

Étude des minéraux qui accompagnent le diamant dans le gisement de Salobro, province de Bahia (Brésil),

par M. H. Gorceix.

La découverte de nouveaux placers diamantifères au Brésil est loin d'être rare; il ne se passe guère d'années que la nouvelle d'une de ces découvertes ne se propage dans le pays. Le plus souvent, ces gisements nouveaux sont situés dans des districts où existent déjà des points exploités, mais quelquefois pourtant ils sont situés à des distances considérables des régions qui depuis longtemps fournissaient cette pierre précieuse et qui pouvaient à tort avoir été considérés comme les uniques terrains diamantifères du Brésil.

Les gisements du Cincoral, dans la province de Bahia, sont, parmi les exploitations modernes, les plus importants autant par leur étendue que par les richesses qu'ils ont fournies; mais ils ne sont pas les seuls. Dans les provinces du Parana, de Saint-Paul, à Caldas, près du village de Cocaès, à dix lieues au nord d'Ouro-Preto, entre Diamantina et Monte-Claros, dans le bassin du Jequitahy, dans la Serra de Cabral, province de Minas Géraës, des découvertes analogues ont eu lieu durant ces trente dernières

années. Ces faits indiquent combien est grande au Brésil l'extension des terrains diamantifères et combien il est probable qu'ils sont loin d'être tous connus, d'autant plus que jamais aucune recherche méthodique n'a été entreprise et que toutes ces découvertes sont dues à de simples chercheurs de diamants, les *garimpeiros* du pays, que le hasard seul a souvent mis sur la bonne voie.

Le dernier gisement découvert, il y a à peine deux ans, est certainement des plus intéressants sous tous les rapports. Il est situé à plus de 300 kilomètres des placers connus, aux confins de la province de Bahia, dans le bassin du Rio Pardo, et, autant que je peux m'en rapporter aux informations que j'ai reçues, ne l'ayant pas visité moi-même, à une douzaine de lieues du point où ce cours d'eau se réunit au Jéquitinhonha, dans l'estuaire qui sert d'embouchure à cette rivière. Toute la région est plane, peu élevée au-dessus du niveau de la mer, marécageuse, et, comme l'indique le nom de *Salobro,* les eaux douces s'y mélangent avec l'eau de mer. Autour il n'existe aucune ondulation notable des terrains, et la chaîne de montagnes, qui sépare le bassin du Rio Pardo de celui du Rio de Contas, se trouve à une très grande distance au nord.

Tout le pays était couvert d'une puissante végétation, et la découverte des premiers diamants est due à des ouvriers employés à l'exploitation des forêts. Ces diamants, qui ont immédiatement donné lieu à des exploitations considérables et attiré des mineurs de Diamantina, Grão Mogol et Cincoral, se trouvaient dans de l'argile contenant des lits de feuilles décomposées. Ce fait indiquerait combien ces dépôts d'alluvion sont récents.

L'estuaire du Jéquitinhonha, comme celui de beaucoup d'autres cours d'eau du Brésil, continuerait en effet de nos jours à se combler de plus en plus, autant par suite du soulèvement de la côte, soulèvement déjà signalé par bien des observateurs, qu'à cause des quantités considérables

de matières charriées par la rivière soumise aux crues considérables de la saison des pluies.

A l'époque tertiaire, la mer pénétrait beaucoup plus profondément en de nombreux points de la côte où existent aujourd'hui des dépôts de grès et d'argile ; cet accroissement de la terre ferme ne fait que se continuer de nos jours ; il y a là d'ailleurs une série de faits qui ont peu de relations avec le gisement des diamants, mais pourtant qui serviront à expliquer la situation, au premier abord si bizarre, du placer de « Salobro ».

Le diamant dans l'argile n'était accompagné que d'une très petite quantité de minéraux ; leurs formes extérieures, si différentes de celles des graviers diamantifères, et auxquelles étaient habitués les mineurs de Diamantina avaient même fait proclamer qu'à « Salobro » cette pierre précieuse n'était pas accompagnée de ces satellites qu'on rencontre avec elle partout ailleurs au Brésil. La situation des gisements contribuait encore à désorienter ces premiers travailleurs rencontrant le diamant dans un pays de plaine, au milieu de marécages et de bois, tandis que jusqu'à présent ils l'avaient toujours exploité, soit dans des cours d'eau, soit sur des plateaux élevés au milieu de terrains pierreux et presque toujours dépourvus de végétation.

Le diamant est pourtant, à « Salobro » comme dans le reste du pays, accompagné d'une série de minéreaux dont je vais indiquer quelques-uns. N'ayant eu à ma disposition que quelques centaines de grammes de résidus de lavage *fundos de batéa,* ma liste sera nécessairement incomplète ; mais j'espère bien pouvoir la compléter bientôt.

Dès le premier coup d'œil, ces résidus de lavage paraissent différer entièrement de ceux de Diamantina, Bagagem, etc. ; on n'y trouve aucune espèce des minéraux appartenant aux trois familles si caractéristiques de ces dépôts : 1° Oxydes de titane (*Agulhas*, *cericorias, captivos de chumbo,* des mineurs) ; 2° phosphate d'alumine hydraté avec cérium, etc. (*Favas*) ; 3° roches tourmalinifères (*Feijoês*).

On n'y voit aucun de ces cailloux roulés, arrondis, qui font reconnaître immédiatement le « cascalho » vierge des lits des cours d'eau; ce sont des graviers sableux, qui n'ont certainement jamais été soumis aux remous auxquels les précédents doivent leurs formes arrondies; ils ressemblent aux sables actuels des plages des rivières de la contrée, et j'ai pu y reconnaître les minéraux suivants :

1° Quartz;
2° Silex;
3° Monazite;
4° Zircon;
5° Grenat almandin;
6° Disthène;
7° Staurotide;
8° Corindon;
9° Fer titané;
10° Fer oxydulé;
11° Pyrite martiale.

1° *Quart.* — Le quartz forme plus de la moitié de la masse de ces sables. Il se présente soit en petits grains anguleux hyalins, brillants, incolores, ou légèrement améthystes, soit en fragments plus volumineux à angles arrondis, blancs ou offrant l'aspect un peu nacré que j'avais déjà observé comme fréquent dans un gisement diamantifère argileux, situé près de Diamantina, à Boa Vista.

2° *Silex.* — A ces parties quartzeuses il faut joindre aussi de gros morceaux roulés de quartzites gris, rosés ou jaunâtres passant à de véritables silex. Ce sont ces fragments qui avaient d'abord frappé les mineurs et ce sont eux qu'ils considéraient comme les indices de l'existence du diamant et constituant sa *formação.*

3° *Monazite.* — Après le quartz, la monazite est la substance la plus abondante. Ses débris de cristaux sont à peine usés; quelques-uns portent des prismes de zircon incrustés sur leur surface. Leur densité est de 5,15; leur couleur jaune clair, jaune de miel, rougeâtre. Parmi ces fragments il en est qui conservent des traces bien nettes de cristallisation et on peut y reconnaître des prismes aplatis suivant h^1 surmontés du pointement, a^1 o^1 e^1, rappelant bien la forme décrite par Dana.

C'est à cette même substance que je rapporterais quelques grains verdâtres, infusibles au chalumeau, colorant le borax en jaune à chaud, contenant de l'acide phosphorique et du cérium et dont j'ai trouvé deux petits cristaux me paraissant identiques, comme forme, à ceux de monazite.

4° *Zircon.* — Ce minéral, encore très abondant, est représenté par des cristaux bien nets, atteignant quelquefois 2 millim. de longeur, à arêtes peu effacées, généralement en prismes octogonaux $m\ h^1$ surmontés par la pyramide b^1 et le dioctaèdre a_2. Parmi ces cristaux les uns sont bruns, translucides, à faces brillantes, de densité 4,42; les autres sont blanchâtres, à faces lustrées comme s'ils avaient subi un vernissage par fusion, leur densité est de 4,39. Les cristaux octaédriques sont excessivement rares; je n'ai pu en trouver que deux très petits, tandis qu'ils sont très fréquents à l'ouest de la Province, aux environs de la ville de Caldas qui en fournit des échantillons de grandes dimensions.

Je considère aussi comme zircons de petits fragments infusibles où quelques faces cristallines sont visibles, de couleur améthyste, qui deviennent blancs à la flamme du chalumeau.

Cette substance se retrouve avec les mêmes caractères dans des sables formés essentiellement de zircons et provenant du Rio Matipo, affluent du Rio Doce. Ces zircons sont en général blancs, ou légèrement jaunâtres, leur densité est 4,6; ils sont presque tous roulés; on peut pourtant sur quelques-uns reconnaître les faces $h^1\ m\ b^1$. Ils avaient d'abord été pris pour des diamants par des mineurs inexpérimentés. Ils me semblent bien rappeler les jargons de Ceylan.

5° *Grenat almandin.* — Le grenat almandin est représenté par de petits fragments non roulés, de couleur rose, de densité 4,09, fondant très facilement en émail noir attirable à l'aimant et donnant au chalumeau la réaction du fer.

6° *Disthène.* — Le disthène, bien moins abondant que

dans les graviers du Jéquitinhonha, se présente avec les mêmes caractères en paillettes bleues, verdâtres, grisâtres, à arêtes émoussées.

7° *Staurotide.* — Je rapporte à cette substance une série de petits fragments non roulés, translucides, rouge bruns, à poussière blanchâtre, infusibles, donnant au chalumeau les réactions du fer, avec la soude une scorie jaune, de densité, 3,8, ne perdant pas de leur poids au rouge et dont la composition, déterminée grossièrement par un essai au carbonate de soude sur une très petite quantité de matière, serait :

SiO^2	27,9	
$Fe^2 O^3$	24	
$Al^2 O^3$	48,1	par différence.
	100,0	

Ces fragments ont la plus grande ressemblance avec les débris de cristaux de cette substance qui est très abondante dans les schistes micacés des environs de la ville de São João Baptista, dans le bassin moyen du Jéquitinhonha et dans des quartzites micacés de la province de Saint-Paul.

8° *Corindon.* — Le corindon n'existe qu'en petite quantité dans ces sables de Salobro; il se montre en petits grains brillants, gris, rosés, incolores, rayant la topaze, de densité 3,7 à 3,8; quelques-uns ont une structure légèrement fibreuse. Infusibles au chalumeau, les grains colorés deviennent blancs et perdent 2 °/₀ de leur poids. La poussière bleuit avec le nitrate de cobalt; elle est entièrement soluble dans le bisulfate d'ammoniaque; le précipité par l'ammoniaque ne cède que des traces de son poids au carbonate d'ammoniaque et je n'ai pu y trouver de glucine.

J'insiste sur ces simples essais, car c'est, je crois, la première fois que le corindon est signalé au Brésil d'une manière certaine; je ne l'ai vu indiqué nulle part, ni dans

les graviers diamantifères, ni dans tout autre gisement; malheureusement je n'ai pu recueillir assez de matière pour en faire une analyse complète.

10° *Fer oxydulé, fer titané.* — Le fer oxydulé et le fer titané, bien qu'assez abondants, le sont beaucoup moins que dans les graviers des placers de Diamantina et de Cincoral.

Tous deux se présentent en très petits grains, les premiers fortement attirables à l'aimant. Parmi les autres, quelques grains à poussière noire sont légèrement magnétiques ; ils sont complètement attaqués par le bisulfate de potasse et ne laissent pas de résidu lorsqu'on dissout la masse dans l'eau froide ; il se forme un précipité par l'ébullition. Ces grains ne me semblent donc pas contenir d'acide tantalique.

11° *Pyrite martiale.* — Ce minéral n'est représenté que par quelques fragments anguleux, jaunes, sans trace d'usure ni d'altération, et dont le gisement primitif ne doit pas être bien éloigné du point où se trouve le gravier diamantifère.

Si l'on compare cette première liste de minéraux avec celle publiée par M. Damour sur les sables diamantifères du Brésil (1), en y ajoutant quelques autres substance indiquées par moi dans une note insérée aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* on voit qu'à « Salobro » apparaissent seulement deux minéraux nouveaux : le corindon et la staurotide.

A ce point de vue, le gisement de Salobro ne différerait donc que très peu de tous ceux qui, avant lui, avaient été découverts au Brésil. Mais cette différence devient bien nette si l'on considère qu'en premier lieu, comme je l'ai déjà indiqué, l'aspect extérieur de ces minéraux est tout

(1) Damour, Nouvelles recherches sur les sables diamantifères. (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. III, 1855-56).

autre que celui des graviers roulés des gisements anciennement connus dans le pays; que les espèces caractéristiques communes à tous les autres dépôts, oxydes de titane, alumine phosphatée, tourmalines, etc., font ici défaut. Certainement ce premier examen ne peut faire conclure à leur absence complète, mais il y a bien des probabilités pour que, si elles s'y rencontrent, ce soit en très petite quantité; en effet, dans les nombreux échantillons qui m'ont été remis des environs de Diamantina, j'ai toujours rencontré quelques-uns de ces minéraux; souvent les représentants des trois familles étaient réunis, et je ne crois pas qu'ils eussent pu m'échapper dans les recherches auxquelles je me suis livré sur les résidus de lavage de Salobro.

En outre, la proportion relative des divers minéraux n'a aucun rapport dans les deux cas.

La monazite, qui domine à Salobro, n'a été signalée par moi que dans le haut Jéquitinhonha, entre Diamantina et les sources de ce cours d'eau, où presque toujours elle n'existe qu'en très petite quantité.

Le zircon, si abondant, n'a été indiqué par M. Damour que dans les sables da Chapada et de Limoeiro, province de Bahia; à Diamantina il n'existe pas. Les cristaux de grandes dimensions que possède l'École des mines d'Ouro-Preto proviennent des environs de la ville de Caldas, située à l'autre extrémité de la province de Minas par rapport au gisement de Salobro. Il est vrai que quelques diamants m'ont été remis comme provenant de Caldas, mais aucune exploitation suivie n'a été entreprise dans cette localité.

En somme, le corindon serait à peu près le seul minéral nouveau; mais son existence ne me paraît pas moins importante à signaler, car, dans l'Inde, il accompagne constamment le diamant.

Sous ce rapport, la différence entre certains gisements du Brésil et ceux de ce pays ne serait donc pas aussi

complète que de premières études auraient pu le faire croire, et la découverte du placer de Salobro servirait de lien entre les gisements des deux contrées.

Ce fait n'est peut-être pas isolé; c'est ce que pourra démontrer l'examen des sables diamantifères d'autres provinces du Brésil : Saint-Paul, Parana, Goyaz, Mato-Grosso. Il faut encore ajouter que les diamants de Salobro, d'après les mineurs les plus expérimentés, ont un aspect extérieur qui les fait distinguer immédiatement de ceux des autres districts diamantifères du Brésil.

C'est pour ne pas sortir d'une sage réserve que, n'ayant pas visité moi-même cette région dont la géologie est inconnue, je ne me permets pas même d'émettre une hypothèse sur la nature des roches qui peuvent avoir fourni à ces graviers leurs éléments minéralogiques.

Je connais le nord de la province de Minas Géraës jusqu'au delà de la ville de Calhâo séparée du bassin du Jéquitinhonha et de celui du Rio Pardo par des plateaux peu élevés. A cette distance de la côte, les roches schisteuses et quartzeuses du centre sont remplacées par des micaschistes, gneiss, granites, avec filons nombreux de quartz et de pegmatite. Ces terrains forment la Serra do Mar, qui se prolonge au sud jusque dans la province de Rio Grande do Sul; ils peuvent certainement pénétrer bien plus au nord dans la province de Bahia.

Il semblerait donc naturel d'attribuer à leur destruction la formation des dépôts d'alluvions de Salobro.

Cela peut être, mais c'est peu probable, car, je n'ai trouvé, dans les graviers examinés, ni feldspath, ni mica. En second lieu, dans la zone de roches critallines des environs de Calhâo, les filons de quartz et de pegmatite sont caractérisés par l'abondance des pierres colorées : cymophane, triphane, andalousite dichroïque, tourmalines, béryls, etc. Ces minéraux n'existent pas dans l'échantillon du sable que je viens d'étudier, tandis qu'il n'y a pas de cours d'eau des environs de Calhâo où on ne les rencontre.

Ce sont là, je suis le premier à le reconnaître, des preuves négatives et discutables; mais je tenais dès à présent à faire connaître ce premier travail, que j'espère bien continuer; il peut, en effet, être invoqué contre l'hypothèse que j'ai soutenue dernièrement sur l'origine filonienne du diamant au Brésil.

Le problème de l'origine de cette pierre précieuse me paraît offrir de telles difficultés, qu'il me semble utile de faire connaître tous les faits qui peuvent servir à le résoudre, quand bien même ils pourraient être contraires à des idées que je crois encore exactes sur l'existence en place du diamant dans les quartzites micacés de Saô Joaô da Chapada et de Grâo-Mogol.

Note sur la scorodite des environs d'Ouro-Preto,

par M. J. da Costa Sena.

La Serra d'Ouro-Preto sépare les deux grands vallons où se trouvent établis, au nord, le village d'Antonio Pereira, et, au sud, la ville d'Ouro-Preto.

Les roches qui constituent le sol du bassin d'Ouro-Preto sont des quartzites à mica vert (itacolumites), des schistes micacés et argileux et des itabirites. Toutes ces couches ont une direction E.-O., et sont relevées vers le nord avec une inclinaison de 30° au moins, sur l'horizon.

Elles sont recoupées par un grand nombre de filons de quartz aurifère, qui furent exploitées en grand, au siècle dernier.

Dans le quartz, on trouve des cristaux de pyrite martiale, de mispickel et des aiguilles de tourmaline noire.

Les affleurements de ces filons sont visiblement marqués du côté d'Ouro-Preto; il n'en est pas de même du côté d'Antonio Pereira, ce qui s'explique, je crois, ainsi : les

eaux qui paraissent s'être dirigées du S. vers le N. ont entraîné avec elle les itabirites et les argiles provenant des schistes sous-jacents et ont produit une grande croûte de conglomérat argilo-ferrugineux (*canga*), qui a recouvert les roches et les filons. C'est dans ces filons que l'on constate la présence de la scorodite.

Déjà, j'avais eu l'occasion de trouver des échantillons de ce minéral dans des concrétions de limonite et de manganèse ; mais, guidé par les travaux de mon maître, M. Gorceix, qui expliquait la formation des martites et de certains cristaux cubiques de limonite par l'action des eaux sur les pyrites, j'avais eu l'idée que la scorodite pouvait bien provenir elle-même de la transformation de pyrites arsénicales par l'action oxydante des eaux, et que, par conséquent, cette substance devait se trouver dans les filons de quartz subordonnés aux itabirites et autres roches du même horizon géologique. En poursuivant mes études sur ces gisements, j'ai trouvé effectivement du quartz renfermant des cristaux de scorodite et des masses de pyrites arsénicales où l'on voit le passage de la pyrite à la scorodite, ce qui semble bien confirmer mes prévisions. Par suite, les échantillons que j'avais rencontrés dans les limonites et dans les concrétions manganésifères provenaient de ces filons, d'où ils ont été arrachés.

En 1831, d'Eschwege avait déjà remarqué, à Antonio Pereira, la présence d'un minéral offrant certains points de ressemblance avec la scorodite. Pourtant, d'après ce qu'il dit dans son ouvrage (*Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens*) et ce que Hausmann lui a écrit à ce sujet, il me semble que l'un et l'autre considéraient le minéral comme étant plus voisin de la pharmacosidérite que de la scorodite. Beudant avait proposé pour lui le nom de néoctèse, qui a été abandonné, depuis que les travaux de MM. Des Cloizeaux, Rose et Damour ont montré son identité avec la scorodite. Depuis d'Eschwege on avait tout à fait perdu de vue le gisement, et l'on savait tout

simplement qu'il existait aux environs d'Antonio Pereira.

Le minéral que j'ai trouvé dans ces parages, cristallisé en prisme droit à base rhombe, présente des cristaux de longueur variable de $0^m,010$ à $0^m,015$. Les cristaux nets montrent les faces m, h^1, g^1, b^1 ; parfois ce sont seulement deux angles de base qui sont modifiés, de sorte que le cristal est surmonté par un dôme plus ou moins aigu ; le grand développement de la face g^1 donne le plus souvent aux cristaux un aspect tabulaire. Ils sont translucides, vert clair ou légèrement bleuâtres, avec éclat vitreux. En général, on les rencontre recouverts d'une mince couche d'oxyde de fer ou de manganèse, et, dans ce dernier cas, ils sont complètement noirs. Au chalumeau, le cristal fond facilement en une scorie opaque noire. Sa densité est 3,2. Sa dureté est 3,5.

Sa composition chimique est la suivante :

Acide arsénique	51,00
Sesquioxyde de fer	34,44
Eau	14,52
	99,96

Par conséquent, je pense que l'on doit conserver à cette substance le nom de scorodite.

Note sur l'hydrargillite de environs d'Ouro-Preto,

par M. da Costa Sena.

Déjà, en 1831, d'Eschwege avait signalé l'existence, aux environs d'Ouro-Preto, au Morro do Cruzeiro, dans le voisinage de la fabrique de poudre, sur un conglomérat argilo-ferrugineux, connu sous le nom de *canga*, un minéral

d'un blanc légèrement jaunâtre, présentant un aspect mamelonné et réniforme, à cassure radiée, et dans lequel il avait cru reconnaître la wavellite.

Depuis, on n'a fait mention nulle part de l'existence du gisement de ce minéral, et comme d'Eschwege n'en avait pas fait l'analyse et qu'il exprimait des doutes, en reconnaissant la nécessité d'une étude plus minutieuse, on ne pouvait affirmer que l'on fût en présence de la wavellite.

En janvier 1884, j'ai eu l'occasion de retrouver, aux endroits qu'il avait indiqués, un minéral présentant les mêmes caractères que celui qu'il a décrit, mais dont la composition, entièrement différente de celle de la wavellite, convient en tout point à celle de l'hydrargillite (1). J'ai reconnu en effet par l'analyse que ce minéral ne contient pas trace d'acide phosphorique, excepté dans les parties superficielles en contact avec la roche sur laquelle il s'est déposé.

Cette roche qui, comme je l'ai déjà dit, est un conglomérat ferrugineux, renferme un peu d'acide phosphorique, ce qui avait déjà été signalé par mon maître, M. Gorceix; au contact, le minéral a pris la couleur rouge de cette roche et on s'explique facilement que l'analyse ait donné des traces d'acide phosphorique pour ces parties du minéral, toutes différentes de la masse générale, qui a plutôt un aspect transparent et quelquefois laiteux.

Sa composition chimique est la suivante, analogue à celle trouvée par M. Gorceix, sur un échatillon de provenance inconnue, et publiée dans les *Annales de l'École des mines* d'Ouro-Preto et dans le *Bulletin de la Société minéralogique*.

Al^2O^3	64,1
HO	36,0
	100,1

(1) M. Des Cloizeaux a déja constaté, il y a plusieurs années, sur cette variété, les caractères optiques de l'hydrargillite de l'Oural.

Elle correspond à la formule Al^2O^3, 3HO.

Sa densité est 2,33, sa dureté est 3.

Au chalumeau, le minéral s'exfolie sans se fondre, devient blanc, laiteux, opaque, en donnant une lumière très vive. Tous ces caractères conviennent bien à l'hydrargillite et nullement à la wavellite, comme le supposait d'Eschwege.

Le gisement de ce minéral présente tous les caractères des dépôts effectués sous l'action des eaux. La substance se trouve quelquefois en masses isolées et réniformes, dans des espèces de géodes, à l'intérieur de minerais de manganèse provenant de filons du voisinage; mais généralement il se présente sous la forme de couches d'épaisseur variable, sur le conglomérat argilo-ferrugineux provenant des itabirites environnantes, et qui suit les ondulations de la colline, pour s'étendre ensuite en couches horizontales. La fracture du minéral laisse voir très clairement les diverses couches concentriques qui constituent sa masse, et entre lesquelles se trouvent le plus souvent des mouches d'oxyde de fer rouge dues aux parcelles de la roche entraînées par les eaux de dépôt.

Dans les affleurements des filons de manganèse voisins, il se présente en quantités considérables, englobé dans la masse de cette substance, et il offre peut-être quelque analogie avec les dépôts de Richmond.

Sur une nouvelle occurrence de zircon,

par M. K. de Kroustchoff.

A peu d'exceptions près, il n'y a peut-être pas de roche qui ait été plus soigneusement et plus souvent (1) exa-

(1) Baranowsky, Granitporphyr von Beucha, *Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch.*, 1874, p. 586.

minée et décrite que le granit porphyrique à pyroxène de Beucha, près de Leipzig; car toute une série d'articles précieux, composés par les premiers savants de notre temps, traitent exclusivement et avec les détails les plus minutieux de cette roche intéressante. Il est d'autant plus étonnant qu'un minéral, le zircon, qui à coup sûr, se présente rarement en cristaux aussi parfaits et en plus grande quantité que justement dans le granit porphyrique à pyroxène de Beucha, ait pu, à une seule exception près, échapper à l'œil expert de tant d'éminents pétrographes. M. le professeur Tschermak seul fait mention de petits cristaux jaunâtres, en forme de prismes quadrangulaires, dont il n'a pas déterminé la nature, mais qui, sans aucun doute, sont des zircons. Dans les coupes minces de la roche de Beucha, les agrégats des granules de zircon sont en partie d'un noir opaque; je n'ai pu toujours reconnaître avec certitude si cela provient d'une espèce de décomposition (malacon) ou, ce qui arrive très souvent, d'un effet purement optique. Beaucoup de ces parties noires sont translucides vers les bords, parfois aussi au milieu; par une observation attentive, on reconnaît quelquefois des prismes fort distincts et d'un très fort indice de réfraction. Si l'on n'a pas remarqué le zircon jusqu'à présent, cela tient particulièrement sans doute à l'opacité de ces particules noires, que l'on a généralement, ainsi que toutes

Kalkowsky, Der Granitporphyr von Beucha, *Neues Jahrb.*, 1878, p. 270.

Kalkowsky, die Augitführenden Felsitporphyre, etc, *Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch*, 1874, p. 386.

Penk, Pyroxenführende Quarzporphyre, *Tschermak, Min. Mitth.*, Vol. III, p. 76.

Rosenbusch, Mitth. über die Structur der granit. Gesteine, *Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellschaft*, 1876, p. 376.

Tschermak, Diallag im quarz führenden Porphyr von Beucha, *Min. u. petrogr. Mitth.* 1873, p. 48.

Zirkel, *Mikroskopische Beschaffenheit*, etc., p. 336.

les substances opaques, considérées comme du fer oxydulé ou titanifère.

Le zircon est partout abondant, tant dans le granit porphyrique que dans ses fréquentes inclusions de roches étrangères (grauwacke ou gneiss) (pl. III, fig. 1). J'en ai moi-même recueilli au moins cinquante échantillons en différents endroits à Beucha, et en ai fait faire soixante-dix sections; toutes ces préparations contiennent du zircon en quantité surprenante.

Dans les plaques-minces, le zircon montre les modifications suivantes :

1° Des masses d'une certaine dimension, presque opaques, irrégulières, parfois diaphanes sur les bords, situées souvent dans le voisinage ou dans les pseudomorphoses chloritiques du pyroxène. Ces parties forment quelquefois de véritables druses : sur une zone marginale entièrement opaque et noire sont incrustés des prismes parfaitement développés de zircon (pl. III, fig. 2), variant du jaune au brunâtre, qui pénètrent dans l'intérieur de la concrétion et qui sont souvent associés à de l'apatite. Quelques-unes de ces géodes sont si grandes, qu'avec un grossissement de 300, elles remplissent tout le champ visuel du microscope. Ici comme d'ordinaire domine le prisme, ou bien on trouve des microlites allongés et des grains arrondis;

2° De petits cristaux entièrement transparents avec des formes nettement pyramidales inclus dans des lamelles de biotite d'un jaune brunâtre (pl. III, fig. 5, 16);

3° Des cristaux jaune pâle parfaitement développés, (pl. III, fig. 15.); des microlites allongés ou des grains arrondis (pl. III, fig. 3.), situés surtout dans le quartz ou entre les autres éléments de la roche. Le prisme prédomine; on rencontre les combinaisons de la protopyramide et la deutéropyramide et des deux genres de prismes ; ils sont presque toujours déformés (plats);

4° Des petits cristaux presque incolores et limpides

(jusqu'à $0^{mm},01$) dans les pores hyalins du quartz (pl. III, fig. 4.); ici la pyramide est prédominante, tandis que le prisme n'apparaît que d'une manière subordonnée, de façon qu'ils ressemblent à des octaèdres réguliers. Ces zircons ont des arêtes si tranchantes et sont si grands, qu'au moyen d'un appareil convenable (Bertrand, construit par Nachet), qui malheureusement n'est pas à ma disposition, on pourrait les mesurer avec une précision relativement grande. Jamais je n'ai vu une occurrence plus typique, plus parfaite. Les zircons de M. le professeur Sandberger, extraits des granites, de même que ceux que M. le docteur Schröder a récemment isolés d'un quartzite de Zwota (1), ne les égalent ni en beauté ni en grandeur.

Pour isoler les zircons, j'ai procédé de la manière suivante: 100 grammes de la roche grossièrement pulvérisée furent d'abord lavés; les parties les plus pesantes furent ensuite traitées par l'acide fluorhydrique. L'acide silicique et les fluorures (2) ayant été séparés, il resta une poudre cristalline grossière de nature âpre (1g,5, ce qui répond à 1,5.0/0) qui, sous la loupe, laissait déjà les plus beaux petits cristaux. La poudre n'était que faiblement mêlée de particules de quartz et de feldspath; je la traitai donc encore une fois avec HFl et obtins alors une substance parfaitement pure. Les formes suivantes y peuvent être distinguées :

I. *Des grains ou rudiments de cristaux bruns, jaunâtres ou allant presque à l'opaque.* — Chez plusieurs d'entre eux, on peut facilement reconnaître la cause de leur non-translucidité, car ordinairement ceux-là sont

(1) Schröder, *Erläuterungen zur geolog. Karte von Sachsen, Section Zwota.*

(2) Le fluorure d'aluminium (oxyfluorure [?]) est très difficile à éloigner, vu qu'il résiste à tous les agents; j'ai donc été obligé d'enlever ce fluorure par le lavage, opération qui fait perdre beaucoup de zircon, particulièrement les petits cristaux octaédriques.

seulement diaphanes ou presque opaques (pl. III, fig. 17); qui sont traversés par un grand nombre de fentes capillairees à cause du fort indice de réfraction de ce minéral, les rayons sont réfléchis totalement par les plans des parois des fentes. Dans quelques grains entièrement noirs, il semble toutefois qu'il y a une certaine altération (pl. III, fig. 17) (malacon [?]).

II. *Cristaux jaune de vin*, — Les cristaux ont en général une beauté et une netteté parfaite. Ils présentent les combinaisons suivantes:

Protopyramide et deuteropyramide, protoprisme et deuteroprisme, de même que la pyramide ditétragonale, c'est-à-dire

$b^{1/2}$ (111) m (110)
$b^{1/2}$ (111) m (110) h^1 (100)
$b^{1/2}$ (111) m (110) h^1 (100) $b^{1/2}$ $b^{1/4}$ h^1 (311)

Un très grand cristal montre la combinaison :

b^1 (111) m (110) h^1 (100) $b^{1/4}$ (221) $b^{1/6}$ (331).

En outre, il semble exister encore (particulièrement chez les cristaux contenus dans les inclusions vitreuses avec prédominance de la pyramide) une pyramide un peu plus aiguë que la pyramide ordinaire du zircon (123°20′), car j'ai souvent mesuré au sommet l'angle 80° (pl. III, fig. 4-5). Le prisme domine ordinairement et il est presque toujours déformé suivant deux plans, justement comme cela a souvent lieu chez les grands cristaux de l'Oural ou de l'Amérique. Je crois aussi avoir observé des mâcles comme chez le rutile (plan de mâcles a^1 [101]) (pl. III, fig. 14). Les cristaux atteignent une grandeur de 0mm,5; cependant ils ne dépassent pas environ 0mm,01 en moyenne.

Les couleurs d'interférence sont excessivement vives. Ces zircons possèdent une structure microscopique carac-

téristique et très singulière et renferment une foule d'inclusions différentes. La plupart ont une structure zonale magnifique (pl. III, fig. 7, 11) : au centre se trouve quelquefois une grande inclusion hyaline brunâtre, autour de laquelle se disposent des zones concentriques de différentes largeurs adaptées aux contours du cristal ; elles sont séparées par de fines lignes brunes ; çà et là on rencontre entre les zones de la substance vitreuse parfaitement reconnaissable (pl. fig, 11). Une structure analogue se trouve souvent dans les plagioclases des produits volcaniques récents.

Très fréquemment il y a disposés parallèlement au prisme, ou bien aussi d'une manière irrégulière, des pores gazeux et hyalins présentant une forme cylindrique allongée (pl. III, fig 8). Les inclusions gazeuses et vitreuses atteignent des dimensions considérables et traversent parfois comme les branches d'un arbre le cristal dans toute sa longueur (pl. III, fig. 10). Dans les pores cylindriques la bulle de gaz présente un renflement, de sorte qu'elles ressemblent à des aiguilles plus épaisses au milieu (pl. III, fig 8). Quelques cristaux sont littéralement criblés de ces interpositions gazeuses et hyalines. Souvent on observe aussi des inclusions vitreuses imitant la forme du cristal enveloppant avec une précision et une délicatesse extrême. Elles sont quadrangulaires (forme d'enveloppes de lettre) disposées parallèlement à la pyramide et pourvues de petites libelles (pl. III, fig. 13) ; certains individus de zircon contiennent une quantité infinie de ces inclusions. J'ai trouvé aussi des pores hyalins plus grands, montrant exactement la forme du cristal enveloppant ($m\ b^{1/2}$), qui, chose surprenante, n'étaient pas situés dans le cristal parallèlement aux contours de ce dernier (p. III, fig. 12); ici on pourrait peut-être justifier la supposition que l'inclusion ou la cavité se trouve en position de mâcle par rapport au cristal. Beaucoup de cristaux ont les interpositions disposées parallèlement au prisme, ou bien en même

temps irrégulièrement. Certaines cavités (jusqu'à 0mm,009). qui possèdent des parois beaucoup plus sombres et plus largement ombrées et qui contiennent une petite bulle de gaz aux contours plus clairs que celles des inclusions vitreuses, sont, à ce que je crois, des pores fluides. (p. III, fig. 9). Enfin il reste à mentionner encore des aiguilles incolores très fréquentes, qui gisent en tout sens dans les zircons (pl. III, fig. II); parfois elles traversent les inclusions hyalines, ou bien il y adhère des particules de verre (pl. III, fig. 12).

Après qu'on a traité la poudre de la roche avec H F l il reste, conjointement avec les zircons, des lamelles apparemment rhombiques d'un rouge brun (pl. III, fig. 18), de même que des fragments à éclat submétallique et translucides d'un bleu d'encre irréguliers, dont je n'ose provisoirement déterminer la nature; mais comme la roche est assez riche en acide titanique et que particulièrement des parcelles noires, considérées jusqu'icomme du fer oxydulé ou titanifère ont donné à M. le Dr E. Sauer une réaction du titane, on pourrait penser peut-être à la brookite (rutile, anatase [?]), laquelle cependant n'a pas encore été trouvée dans des roches analogues.

Le zircon se présente, dans le granite porphyrique à pyroxène de Beucha, sous des formes aussi typiques et développées et en si grande quantité, qu'on peut à peine le considérer comme accessoire. Si l'on compare cette occurrence aux syénites zirconifères de la Suède, on trouve que ce minéral y apparaît à la vérité en individus plus considérables, mais qu'il se présente dans la roche de Beucha en quantité plus grande et avec une distribution plus régulière. On peut donc considérer le granite porphyrique à pyroxène de Beucha comme un type de roche zirconifère et la désigner par conséquent à l'avenir sous le nom de granite porphyrique à pyroxène zirconifère.

Détermination chimique du zircon. — La substance extraite par l'acide fluorhydrique du granite porphyrique

de Beucha a été fondue avec du fluorhydrate de fluorure de sodium, le culot dissous dans l'eau avec un peu de H Fl. La liqueur filtrée a été portée à l'ébullition après addition d'hyposulfite de soude, puis filtrée de nouveau. On a calciné le filtre avec le précipité et mêlé intimement le tout avec un peu de sucre et une goutte d'huile. La substance ainsi préparée a été carbonisée, introduite dans un tube en verre vert et chauffée au rouge vif dans un courant de chlore sec. A l'extrémité du tube, il se forma un dépôt qui a été examiné au spectroscope.

Pour cette étude, la substance est soumise à l'étincelle d'induction éclatant entre deux électrodes de charbon chimiquement pur. J'ai pu noter les principales raies du zirconium, et aussi quelques-unes appartenant au titane.

La solution aqueuse du sublimé donnait avec l'acide oxalique un précipité blanc gélatineux, soluble dans un excès d'acide oxalique.

Enfin, en fondant une perle de borax avec un peu du précipité obtenu par l'hyposulfite de soude, j'ai obtenu la formation de petits cristaux aciculaires identiques avec ceux que donne la zircone.

Au moyen de l'analyse spectrale, j'ai depuis réussi à déterminer la nature des lamelles rhombiques et des fragments à éclat submétallique cités plus haut. Ces particules furent extraites sous le microscope avec une aiguille très effilée et fondues avec du bisulfate de soude dans une petite cuillère en platine. Le culot a été dissous dans beaucoup d'eau. Cette liqueur, portée à l'ébullition, donna un précipité blanchâtre, qui fut ensuite traité comme il a été décrit pour le zircon; seulement il y avait à l'extrémité du tube plusieurs cones (électrodes) en charbon chimiquement pur, de sorte qu'après l'opération, le charbon devrait être imbibé avec $Ti\,Cl^4$. Au spectroscope j'ai reconnu très nettement les raies du titane; plusieurs autres raies, qui n'appartenaient ni au titane, ni au zirconium, ni au fer, me semblèrent coïncider avec de l'étain.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

1. Groupe de zircons dans une section du granite porphyrique de Beucha.
2. Druse avec des prismes de zircon.
3. Gros grain de zircon percé par un prisme d'apatite, contenant des inclusions vitreuses.
4. Inclusion vitreuse dans le quartz avec un cristal de zircon pyramidal $b^{1/2}\,m$.
5. Lamelle de biotite contenant un cristal de zircon $b^{1/2}\,m$. (Plaque mince.)
6. Cristal de zircon (isolé) montrant les combinaisons $b^{1/2}\,m$ ($b^{1/2}\,b^{1/4}\,h^1$.)
7. Cristal de zircon (isolé) avec structure zonale, contenant au milieu une inclusion vitreuse.
8. Cristal de zircon (isolé) avec des pores hyalins.
9. Cristal de zircon (isolé) avec un pore liquide.
10. Cristal de zircon (isolé) avec une inclusion vitreuse.
11. Cristal de zircon (isolé) avec de la substance vitreuse intercalée entre les zones suivant les contours du cristal et avec des microlites allongés incolores.
12. Cristal de zircon (isolé) avec des microlites allongés traversant des pores hyalines ; en bas une cavité imitant les contours du cristal enveloppant, mais orientée non parallèlement à ce dernier.
13. Fragment de zircon (isolé) avec des inclusions vitreuses en forme d'enveloppes de lettre.
14. Macle de zircon (isolé rutile [?])
15. Cristal de zircon (plaque mince) avec inclusion remplie de globules rouges.
16. Lamelle de biotite (plaque mince) contenant un grain de zircon.
17. Cristal de zircon arrondi (plaque mince) presque opaque.
18. Tables probablement rhombiques, d'un brun clair, aux extinctions suivant h^1 (010) restant avec les zircons après le traitement de la roche par l'acide fluorhydrique (brookite [?])

Note sur des inclusions singulières dans le quartz d'une phyllade verte d'Erlbach en Saxe,

par M. K. de Kroustchoff.

Dans les veines et les nœuds quartzeux d'une phyllade verte d'Erlbach, en Saxe, se trouvent fréquemment des inclusions d'un caractère tellement particulier, qu'une communication me semble nécessaire. Ce sont des cristaux d'une substance incolore et limpide, en forme de rhomboèdres et rhomboïdes, avec des arêtes tranchantes ; très rarement ils se présentent aussi en forme irrégulière, cependant à contours rectilignes. Pour les angles des sections rhomboédriques j'ai trouvé, en moyenne les valeurs suivantes : angle aigu 70°, angle obtus 110°.

Avec les nicols croisés, leurs couleurs d'interférence sont très faibles, souvent je n'ai pu constater, même au moyen d'une lame de quartz, aucun changement de teinte entre eux et les grains de quartz qui les englobent. Cependant, chez quelques individus plus grands, les extinctions maxima me semblent être parallèles aux diagonales des sections rhomboédriques. En lumière polarisée, on aperçoit très souvent qu'un cristal est situé en partie dans plusieurs grains de quartz. On voit nettement que c'est un minéral de première consolidation, car il est moulé par tous les autres éléments.

Or, ce qu'il y a de plus singulier, ce sont les bulles d'air ou les cavités vides à contours très sombres, presque toujours contenues dans ces cristaux, tout à fait de la même manière que dans les inclusions hyalines des roches volcaniques. J'ai même observé quelquefois que la cavité plongeait à moitié dans le quartz qui entoure les cristaux.

Le plus grand cristal que j'aie trouvé mesurait $0^{mm},04$ et contenait une cavité de $0^{mm},01$.

En général, il semble exister un certain rapport entre le

cristal et la cavité ; j'ai remarqué surtout les relations suivantes : 1 : 3, 1 : 4, 1 : 5, très rarement 1 : 2.

A première vue, on pense involontairement à des inclusions vitreuses, notamment si les petits cristaux se projettent en sections rhomboédriques ; pourtant c'est évident qu'ils ne le sont guère et que nous avons ici une substance cristallisée dans des circonstances anormales et dont jusqu'à présent je n'ai pas réussi à déterminer la nature. En tout cas, cette occurrence me semble assez singulière et intéressante pour être signalée. La planche IV représente une partie d'une veine de quartz avec les cristaux à bulles en lumière polarisée (nicols à 45°) dans le phyllade vert d'Erlbach, en Saxe.

M. Ém. Bertrand présente la note suivante :

Hillangsite, nouveau minéral de la mine de fer de Hillang, paroisse Ludvika, gouvernement de Dalarne (Suède),

par M. L.-J. Igelström.

Ce minéral se trouve en grande quantité avec grenat, magnétite et igelströmite (1), surtout avec grenat et magnétite.

Son aspect extérieur rappelle l'anthophyllite du Texas, la kupfferite de Delaware ou la rhodonite feuilletée ; mais il est incolore et transparent. Les cristaux sont quelquefois imprégnés de cristaux microscopiques de magnétite. Il se présente alors avec une couleur noire métallique. Son aspect est nacré ou soyeux, tout à fait caractéristique. Quand il est pur, le minéral est toujours blanc. Sa dureté

(1) Igelströmite (Weibull). *Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar*, 1883, p. 500.

est = 6. Il fond difficilement en scorie peu magnétique, donne les réactions du manganèse, ne donne pas d'eau dans le tube, ne se dissout pas dans les acides.

L'analyse faite avec grand soin m'a donné :

		OXYGÈNE.	
Si O^2	48,25		25,73
Fe O	28,17	6,25	12,26
Mn O	12,08	2,76	
Mg O	5,86	2,34	
Ca O	3,22	0,91	
	97,58		

Le minéral contient probablemet aussi de 1 à 3 0/0 d'alumine. C'est donc essentiellement un bisilicate de protoxyde de fer et de protoxyde de manganèse.

La formule (FeO. MnO) SiO^2 se rapproche de celles des minéraux silfbergite (1) (Weibull), dannemorite (2) A. Erdmann), asbeferrite (3) (Igelström.) Mais l'hillängsite diffère beaucoup de ces trois minéraux par son aspect extérieur.

Le minéral se rapporte probablement à la famille des amphiboles, ou peut-être à la rhodonite.

M. Émile Bertrand, à qui j'ai envoyé un échantillon d'hillängsite, en le priant d'en étudier les propriétés optiques, m'écrit :

« J'ai examiné le minéral dont vous m'avez envoyé un échantillon, il est difficile d'obtenir des mesures très exactes, cependant, autant que j'ai pu m'en assurer, le minéral présente des propriétés optiques qui se rapportent à celles des amphiboles.

« Les deux clivages font un angle très voisin de celui

(1) *Geologiska Föreningens i Stockholm förhandlingar*, 1883, p. 504.
(2) Dana, *Minéralogie.*
(3) Dana, *Minéralogie.*

des amphiboles, le minéral est clinorhombique, le plan des axes est parallèle à g^1, la bissectrice aiguë négative est sensiblement orientée comme dans l'amphibole, les axes sont très écartés; je n'ai pu mesurer exactement leur angle, mais il paraît être voisin de celui des amphiboles. »

Observations de M. Émile Bertrand.

Le minéral que M. Igelström vient de décrire sous le nom de hillängsite offre une composition chimique très voisine de celle de la silfbergite de M. Weibull. Ce dernier minéral, d'après la description de M. Weibull, se rapporterait à l'anthophyllite comme forme cristalline, et serait par conséquent orthorhombique; tandis que le minéral de M. Igelström est clinorhombique d'après mes observations, et se rapporte aux amphiboles. J'ai cru devoir vérifier si, optiquement, la silfbergite était orthorhombique, et j'ai pu m'assurer que la silfbergite présente des propriétés optiques tout à fait analogues à celles de l'Lillängsite, et doit, comme ce dernier minéral, être rapprochée des amphiboles (1).

M. Mallard fait connaître à la Société qu'il a constaté que le chlorate de soude est dimorphe. La seconde forme, qui est instable à toutes les températures où le sel conserve l'état solide, est isomorphe de la forme instable de l'azotate de potasse, et de la forme unique de l'azotate de soude.

M. Mallard poursuit ses recherches sur ce sujet, et il espère en pouvoir communiquer le résultat détaillé dans la prochaine séance.

(1) Voir à ce sujet l'observation de M. Brögger, *Zeitschrift für Krystallographie*, 1884, p. 649.

IMPRIMERIE PAUL BOUSREZ, RUE DE LUCÉ, 5, A TOURS.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE

ANNÉE 1884. — BULLETIN N° 7

Compte rendu de la séance du 10 juillet 1884

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT

Sont nommés membres de la Société :

M. le Dr O. MÜGGE, au musée d'histoire naturelle de Hambourg, présenté par MM. Fouqué et Michel-Lévy;

M. le Dr V. GOLDSCHMIDT, I Schulhof, 4, Vienne, présenté par MM. Fouqué et Michel-Lévy;

M. R. JAGNAUX, ingénieur civil, 70, boulevard Voltaire, présenté par MM. Michel et Bourgeois;

M. J. DA COSTA SENA, ingénieur des mines, à Ouro Preto, Minas-Geraës (Brésil), présenté par MM. des Cloizeaux et Gorceix;

M. H. SEGOND, notaire, 2, place de la Halle, Draguignan, présenté par MM. Lacroix et Offret.

M. le secrétaire présente la note suivante :

Absence de pyroélectricité dans les cristaux de sulfate de magnésie et de sulfate de cobalt,

par M. A. DE GRAMONT.

Le sulfate de magnésie $MgSO^4 + 7H^2O$ et le sulfate de cobalt $CoSO^4 + 7H^2O$, tous deux isomorphes, cristallisent

en prismes orthorhombiques, modifiés par l'hémiédrie tétraédrique donnant les facettes de l'hémioctaèdre $\frac{1}{2} b^{1/2} = \lambda$ (111). On pouvait supposer que des cristaux ainsi modifiés présenteraient des phénomènes de pyroélectricité aux deux extrémités de chaque axe d'hémimorphisme, et qu'un pôle se manifestant sur une face du tétraèdre, le pôle de signe contraire apparaîtrait au sommet opposé, mais il n'en est rien. En effet, pour vérifier si ce phénomène se produisait réellement, on a fait tailler sur les sommets du tétraèdre des facettes parallèles à $b^{1/2} =$ (111), et on a fait l'expérience par le procédé de M. Friedel (1) au moyen de la demi-sphère métallique chauffée et reliée aux quadrants de l'électromètre Thomson. Mascart. Plusieurs séries d'expériences, faites non seulement sur les facettes (111) naturelles et artificielles, mais aussi sur les faces du prisme $m =$ (110) ont toutes donné à l'électromètre des déviations de même sens; lorsqu'on enlevait la sphère, il ne se produisait pas de phénomènes de condensation. On n'a donc eu là que des manifestations thermoélectriques et les cristaux étudiés ne paraissent pas pyroélectriques, contrairement aux inductions qu'on pouvait tirer de leur dissymétrie extérieure.

Les sulfates de magnésie et les sulfates de cobalt sur lesquels on a opéré n'ont donné que de l'électricité positive. Je me propose de rechercher si d'autres individus des mêmes espèces dégagent de l'électricité négative, les uns pouvant être considérés comme correspondant à la forme gauche λ_g (111), les autres à la forme droite λ_d (111).

(1) C. Friedel. *Bull. de la soc. min.*, t. II, p. 31, 1879.

M. Ém. Bertrand présente la note suivante :

Xanthoarsénite, nouveau minéral de Sjœgrufvan, paroisse de Grythyttan, gouvernement d'Œrebro (Suède),

par M. L.-J. Igelström.

Le minéral ainsi nommé parce qu'il est jaune et renferme de l'arsenic ressemble au grenat jaune et compact qui accompagne la rhodonite aux mines de Langban. Sa couleur est jaune de soufre; il est plus fragile et moins dur que le grenat, on le distingue facilement du grenat jaune par les fumées arsénicales qu'il donne au chalumeau, lorsqu'on le chauffe sur le charbon avec du carbonate de soude au feu de réduction. Il se distingue encore du grenat en ce qu'il se dissout complètement dans l'acide chlorhydrique.

Il se rencontre sous forme de veines, d'amas ou de grains, avec la hausmannite qui est abondante à Sjögrufvan, ainsi que la magnétite et l'hématite, dans le calcaire primitif qui forme une couche dans la granulite ordinaire de Suède.

Au chalumeau, sur le charbon, le minéral fond très facilement, laisse une scorie noire non magnétique, et donne une forte odeur d'arsenic; il donne de l'eau dans le matras. Au feu de réduction, sur le charbon, avec le carbonate de soude, il donne quelques fumées d'antimoine. Avec le borax, il donne les caractères du manganèse; avec le sel de phosphore, on peut constater la présence du fer. Il ne renferme pas d'acide sulfurique ni de baryte. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique avec une faible couleur jaune, due au fer, la solution saturée par l'ammoniaque donne un précipité blanc semblable à l'alumine. Ce précipité est donc un arséniate de protoxyde de manganèse; il devient rapidement brun, puis noir.

La solution chlorhydrique saturée par l'acide sulfhy-

drique ne donne pas de précipité à froid, mais en chauffant on obtient un abondant précipité jaune de sulfure d'arsenic. Le minéral renferme une petite quantité d'antimoine, qui probablement ne dépasse pas 1 à 3 0/0.

Chauffé au rouge dans une capsule de platine, il devient d'abord noir (MnO^2), une plus forte calcination le fait devenir rouge-brun (Mn^2O^3). Il perd son eau, la perte de poids est de 10,71 0/0. Il ne renferme pas d'acide carbonique. La solution chlorhydrique donne avec le molybdate d'ammoniaque un abondant précipité. Je n'ai pas encore trouvé de cristaux présentant des formes distinctes. Au microscope, à un grossissement de soixante, il paraît tout à fait homogène, de couleur jaune.

Deux analyses m'ont donné les résultats suivants :

	I sur 0gr.52			II sur 0gr.70	
		OXYGÈNE.			OXYGÈNE.
As^2O^5 (Sb^2O^5)	33,26		11,56	34,58	12,02
MnO	43,60	9,96	14,87		
FeO	3,11	0,39			
MgO	6,08	2,43			
CaO	1,93	0,55			
HO	12,02		10,68	14,03	12,47
	100,00				

La formule est $(MnO, MgO, FeO)^5As^2O^5(Sb^2O^5) + 5HO$.

Le nouveau minéral xanthoarsénite se rapproche de l'ancien minéral chondroarsénite (1), mais il est plus jaune, et renferme deux fois plus d'eau. Il est également voisin des nouveaux minéraux aimatolite, aimafibrite et Allaktite, qui tous se trouve avec la Hausmannite.

(1) *Öfversigt af K. Vet. Akad Förh.*, 1865, n° 1. La chondroarsénite qui accompagne la hausmannite à la mine de Pajsberg est jaune-rouge et perd au feu 1,25 0/0; la xanthoarsénite est jaune et perd au minimum 8,72 0/0.

Observations de M. Émile Bertrand.

Le nouveau minéral décrit par M. Igelström possède deux axes optiques, sa forme est donc orthorhombique, clinorhombique ou triclinique; l'absence de faces cristallines et de clivages ne permet pas de déterminer à laquelle de ces trois formes le minéral doit être rapporté.

M. Damour présente la note suivante :

Essais chimiques et analyses sur la Ménilite,

par M. A. Damour.

Dans le troisième numéro du *Bulletin de la Société minéralogique* (mars 1884), j'ai fait connaître la composition d'une matière siliceuse magnésifère, recueillie sur le terrain alluvial de la plaine d'Ablon (Seine-et-Oise). Les caractères de cette substance minérale m'ayant paru se rapprocher notablement de ceux des *ménilites* qui se trouvent à la base du terrain gypseux des environs de Paris, j'ai pensé qu'il y avait lieu d'étudier aussi la composition de ces matières pour comparer les résultats que donnerait leur analyse.

Mes recherches ont porté sur les ménilites de Ménilmontant, de Villejuif, d'Argenteuil, de Saint-Ouen, des Buttes-Chaumont et de Montceaux.

Ces substances minérales se montrent en concrétions moduleuses, gris bleuâtres à l'extérieur, brunes ou jaune nankin dans la cassure. On observe souvent à leur surface, et même à leur intérieur, le test de petits mollusques d'eau douce.

Les ménilites rayent le verre : leur densité varie entre 2,15 et 2,25. Chauffées dans le matras, elles laissent dégager une notable proportion d'eau avec odeur empyreumatique et prennent une teinte gris cendré ou noirâtre. Chauffées fortement sur la pince de platine, elles deviennent blanches comme le biscuit de porcelaine.

Réduites en poudre fine, les ménilites sont attaquées par l'acide chlorhydrique : lorsqu'elles renferment du carbonate de chaux, il se produit, à froid, une effervescence plus ou moins vive, mais de peu de durée. Si l'on fait bouillir la liqueur acide, il se dissout alors de l'oxyde de fer et une notable proportion de magnésie. Le résidu insoluble dans l'acide consiste en silice à peu près pure, ne retenant que des traces d'oxyde de fer et d'alumine. Tous ces caractères sont identiques à ceux que présente la silice hydratée magnésienne, recueillie sur le terrain alluvial de la plaine d'Ablon.

ANALYSES DE MÉNILITES

	Ménilmontant	Villejuif	Argenteuil	Saint-Ouen	Montceau	Buttes-Chaumont en masse feuilletée
Silice.	76,00	78,25	74,50	75,47	67,09	59,10
Alumine. . . .	1,10	0,60	1,55	0,15	» »	1,40
Oxyde de fer .	2,50	0,90	0,45	0,70	0,80	6,60
Magnésie. . . .	6,79	8,28	10,30	8,83	9,00	8,71
Chaux	1,40	0,76	1,22	2,89	8,20	4,10
Acide carboniq.	» »	0,59	0,94	2,30	» »	3,22
Eau et m. volat.	11,70	10,44	9,60	9,50	14,50	16,40
	99,49	99,82	98,56	99,84	99,59	99,53
	Densité, 2,17	Densité, 2,18	Densité, 2,16	Densité, 2,16	Densité, 2,22	Densité, 2,25

Une ancienne analyse faite par Klaproth, sur une ménilite avait donné les résultats suivants :

Silice.	85,5
Alumine	1,0
Chaux.	0,5
Oxyde de fer.	0,5
Eau et matières carboniques.	11,0
Perte	1,5
	100,0

Densité = 2,16 à 2,18.

Il est à présumer que ce savant chimiste, à qui la science des minéraux est redevable d'un grand nombre de bonnes analyses, aura opéré sur quelque silex hydraté, différent de ceux dont je viens d'exposer la composition. Les notables proportions de magnésie que ces matières renferment n'auraient pas échappé à son attention. — On a pu remarquer que cette quantité de magnésie, indiquée dans les précédentes analyses, n'est pas toujours constante puisqu'elle varie entre 6 et 10 0/0. Cette terre, aussi bien que le carbonate de chaux qui s'y trouve fréquemment associé, ne me paraît pas faire partie essentielle de ces composés. Il me semble plus probable que les matières terreuses, tenues en suspension dans des eaux magnésiennes et vaseuses ont été englobées par la silice qui s'y déposait, et formait des concrétions noduleuses enveloppant aussi les petites coquilles d'eau douce existant dans ces eaux. On sait que la marne argileuse, feuilletée, qui enveloppe les ménilites, renferme également de notables quantités de magnésie. Je pense que les ménilites ne sauraient être considérées comme des silicates magnésiens ; mais qu'elles doivent rester classées parmi les silex résinites.

Sur une combinaison de formes de la galène de Pontgibaud,

par M. F. Gonnard.

Dans les diverses mines de Pontgibaud, la galène, bien qu'ayant été parfois rencontrée sous la forme de cubes ou de rhombododécaèdres, semble, de préférence, revêtir la forme octaédrique simple ou modifiée. En outre, les octaèdres se maclent presque constamment suivant la loi d'assemblage des spinelles. C'est ainsi que la galène constitue sur le quartz hyalin des galeries de Pranal, de magnifiques druses, depuis longtemps connues et recherchées des minéralogistes.

J'ai constaté toutefois l'existence d'une combinaison de formes, assez rare d'une manière générale, et qui n'a pas été jusqu'ici, du moins à ma connaissance, signalée à Pontgibaud. C'est celle qui résulte de la réunion du cube, de l'octaèdre et d'un trioctaèdre. La forme dominante des cristaux est toujours l'octaèdre; le trioctaèdre ne se manifeste que par d'étroits bisellements sur les arètes de l'octaèdre. Les cristaux que je possède, et qui proviennent de Pranal, sont enchevêtrés les uns dans les autres; les faces en sont ternes, souvent ondulées, et se prêtent peu à des mesures précises; ils s'allongent parfois et prennent alors un aspect cunéiforme; ils sont aussi fréquemment aplatis. Ces cristaux, qui ont assez constamment de 7 à 8 $^{m}/_{m}$ de longueur d'arètes, sont associés à la blende en cristaux complexes, de couleur rouge-brun, si abondante dans les mines de Pontgibaud, et surtout dans celles de Pranal; parfois aussi à la tétraédrite, dont les cristaux, comme je l'ai indiqué dans un autre travail, atteignent des proportions remarquables, monstrueuses même. Cette association est une sorte de certificat d'origine.

D'après les mesures approximatives que j'ai prises au

goniomètre d'application sur de très petites facettes ternes, l'angle d'une face de l'octaèdre avec une face adjacente de de l'octotrièdre est voisin de 165°; celui de deux faces adjacentes de ce dernier solide est d'environ 140°; la notation du cristal, dont il s'agit, serait donc p (001), a^1 (111), $a^{1/2}$ (122) (1). Et, en récapitulant, on a, pour la galène des mines de Pontgibaud, les formes : p, a^1, b^1, pa^1, pa^1, $a^{1/2}$.

Sur l'analyse spectrale appliquée aux études microminéralogiques,

par M. K. de Kroustchoff.

Il est souvent très difficile de déterminer la nature de certains microlithes dans les éléments d'une roche, par exemple de distinguer avec certitude le zircon et le rutile. En pareils cas, il faudrait recourir à l'analyse par voie humide; mais souvent la substance en question se trouve en quantité tellement minime, qu'il est presque impossible de la reconnaître sur de petites portions par les réactions chimiques ordinaires. Or, l'analyse spectrale me semble être applicable avec succès à des recherches de ce genre, parce que généralement une substance, même en quantité très faible, suffit déjà et produit les principales raies des éléments qu'elle contient. Il était donc de première nécessité de trouver les meilleurs moyens pour préparer la substance, de manière que, soumise à l'étincelle électrique, elle produisit nettement les spectres lumineux appartenant à ses éléments. Mes expériences pour améliorer et simplifier ces méthodes autant que possible, ne sont pas encore

(1) Solide indiqué par Haüy sous la dénomination d'octotrigéismal. (Voir *Traité de minéralogie*, 2e édit., Atlas, pl. 90, fig. 44.)

terminées; cette fois je me propose de donner seulement un aperçu de mes études; plus tard, je tâcherai de compléter les lacunes.

L'appareil principal (pl. V), qui peut être rempli d'hydrogène et qui contient les électrodes, consiste en un cylindre en verre fermé à ses deux bouts. Deux anneaux de laiton, munis extérieurement d'un pas de vis, sont soudés à demeure aux deux extrémités du cylindre. On ferme le bout d'en haut par une calotte en métal munie de deux tuyaux à robinet et percée au centre d'un trou pour y introduire l'une des électrodes; l'extrémité inférieure est vissée dans un support attaché à une colonne de fonte qu'on peut relever ou abaisser à souhait. Sur une petite colonne en laiton, qui est soudée au support, on peut adapter, au moyen d'une vis, différentes électrodes en métal ou en charbon. La seconde électrode supérieure est une baguette métallique graissée, à pointe de platine, qui se meut dans l'ouverture (1) pratiquée entre les deux tuyaux à robinet dans la calotte d'en haut. Les fils conducteurs sont attachés, l'un à l'électrode mobile, l'autre à la colonne de fonte.

Électrodes. — A l'aide d'une petite machine à tailler le crayon, je me suis fabriqué de petits cônes dans les baguettes en charbon, qui servent à dessiner. Ce charbon de bois de bouleau ne conduit point l'électricité; il faut donc le rendre conducteur. Dans ce but, on casse les baguettes en morceaux d'un pouce environ, on les introduit dans un creuset de graphite et on remplit les interstices avec du charbon pulvérisé. Le creuset, soigneusement recouvert, est exposé durant douze heures de suite à la chaleur la plus élevée d'un four à porcelaine.

Pour éloigner toute trace d'éléments étrangers dans le charbon ainsi préparé, j'ai employé le procédé suivant : les cônes ont été chauffés à l'ébullition plusieurs heures consécutivement dans de l'acide acétique cristallisable,

(1) Allemand *Stopfbüchse*; serre-étoupe.

fluorhydrique concentré, sulfurique concentré et étendu, azotique rouge fumant, chlorhydrique concentré et étendu, lessive de potasse concentrée.

Tous ces agents étaient rigoureusement purs. Après chaque traitement, on a lavé le charbon avec beaucoup d'eau distillée bouillante. L'étincelle d'induction éclatant entre deux électrodes de ce charbon dans une atmosphère d'hydrogène, ne produit aucune raie d'un élément étranger, outre celles de l'hydrogène et très faiblement celle du sodium.

On peut employer ces cônes en charbon de différentes manières; si la matière à examiner se transforme en chlorure volatil liquide, on en imbibe simplement deux cônes et les fixe sur les pointes des électrodes en platine; il est encore plus facile d'opérer avec un simple liquide quelconque. Pour les chlorures volatils ou non volatils secs, au contraire, il faut observer certaines précautions. S'il s'agit, par exemple, de zirconium avec titane, fer et aluminium, glucinium, chrome, enfin d'étain et vanadium, je me sers d'un petit appareil spécial.

Ce sont deux capsules en platine emboitées hermétiquement l'une dans l'autre *a a'* (fig. 1), munies chacune d'un tuyau *o p* du même métal; dans le tuyau *o*, on adapte un tube en verre à robinet *b c*, pour faire entrer le courant de chlore dans l'appareil. La pièce *m' m'' m'''* consiste en plusieurs tubes en platine emboités l'un dans l'autre; elle peut donc être raccourcie ou allongée selon les circonstances; dans le dernier des tubes *m'*, on introduit un tube en verre recourbé *n* comme ventilateur. Les cônes, desséchés à 200°, sont disposés dans les tubes *m' m'' m'''* en *ddd*. La matière à étudier convenablement préparée se trouve en *a*. On commence l'opération en chauffant la substance au rouge, puis au blanc dans un courant de chlore parfaitement sec. La durée de l'opération varie, selon les circonstances, de deux à dix minutes. S'il y a du titane, les cônes *ddd* absorberont du chlorure de titane,

que l'on reconnaîtra facilement au spectroscope; il en sera de même pour l'étain, le vanadium, dont les chlorures sont liquides. Pour d'autres métaux comme l'aluminium, le zirconium, le glucinium, il se formera quelque part en *m' m'' m'''* un sublimé qu'on examinera à sec. A cette fin, on coupe la pointe d'un cône en charbon, et l'on fait à sa base large, une petite excavation (fig. 2), dans laquelle le sublimé est introduit; ce support est ensuite disposé sur l'électrode en platine. Cette opération pourra être conduite aussi d'une autre manière. Supposons qu'il faille distinguer le zircon du rutile; alors on dispose en *m' m'' m'''* 5 ou 6 cônes l'un après l'autre; il est évident que le chlorure de zirconium, qui est moins volatil, sera sublimé plus près du récipient et enduira les premiers cônes, tandis que le chlorure de titane se condensera surtout sur les derniers. De cette manière, on pourrait peut-être quelquefois reconnaître séparément le zircon et le rutile, lorsqu'ils se trouvent réunis dans une roche.

En certains cas spéciaux, je remplace les cônes en charbon par de petites cuvettes à tige (fig. 3) en platine, en aluminium, ou enfin en verre, pour étudier des solutions d'après les méthodes de M. Lecoq de Boisbaudran.

I. *Exemple.* — Le quartz d'un granite rouge à gros grains de Podolsk (Russie) montrait sous le microscope des aiguilles faiblement verdâtres, à bouts arrondis, très peu polarisantes et longues environ de $0^{mm}02$, mais épaisses seulement de $0^{mm}001$ (1).

Ce quartz, bien pulvérisé, a été mêlé avec un peu de sucre et une goutte d'huile, carbonisé et introduit dans le récipient en platine. Dans les tubes *m' m'' m'''*, il y avait quatre cônes disposés l'un après l'autre. La capsule *a* fut chauffée au rouge vif pendant qu'un courant de chlore

(1) Ces interpositions ressemblent beaucoup à certains microlithes, répandus dans presque tous les granites, qu'on considère comme de l'apatite.

sec passait par l'appareil. Les cônes en m' m'' étaient légèrement enduits d'une poudre jaune claire. L'appareil

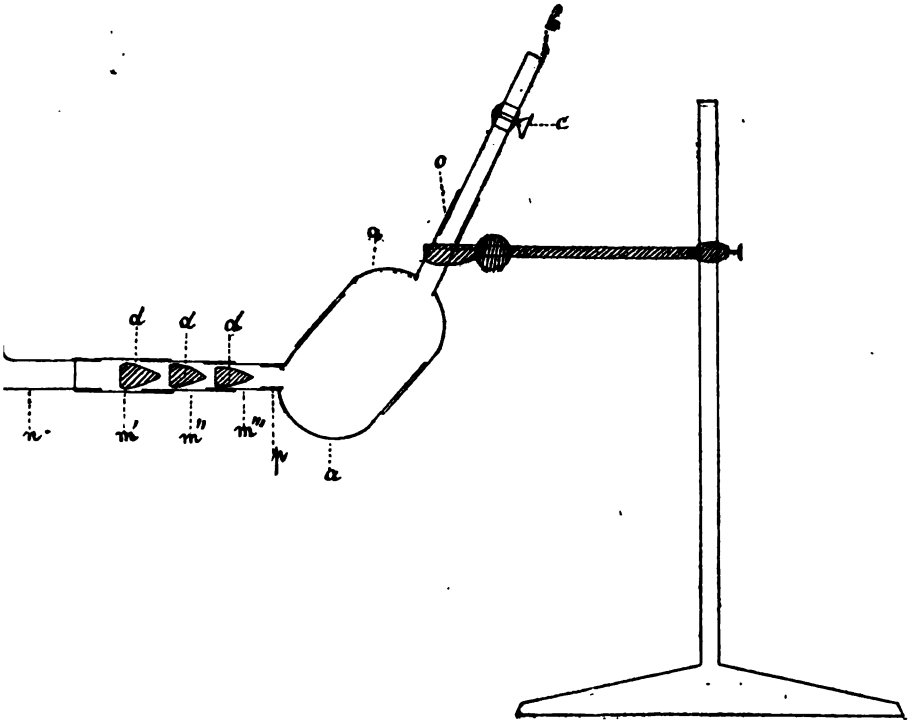


Fig. 1.
a a' Capsules emboîtées en platine.
b Tube en verre.
c Robinet.
d d d Cônes en charbon.
o p Tubulures soudées aux capsules en platine.
m' m'' m''' Tuyaux en platine.
n Tube abducteur en verre.

décrit plus haut (pl. V) a été rempli d'hydrogène desséché, et les cônes ainsi préparés, fixés sur les électrodes en

platine. L'étincelle (1) éclatant à très courte distance entre ces charbons montra un spectre lumineux, dans lequel j'ai pu nettement reconnaître des raies appartenant à l'*aluminium*, au *glucinium* et au *silicium*. En conséquence, les microlithes verdâtres pouvaient être, avec beaucoup de probabilité, des béryls.

II. *Exemple.* — En examinant au microscope une plaque mince d'une pegmatite de Suède (provenance exacte inconnue), je trouvais dans le quartz et les feldspaths des grains irréguliers, noirs ou brunâtres, opaques, quelquefois un peu translucides vers les bords. Pour déterminer la nature de cette substance, une portion de pegmatite

Fig. 2.

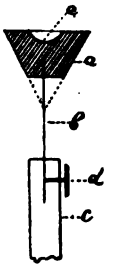


Fig. 3.

Fig. 2.

a Cône de charbon (grossi trois fois).
b Électrode en platine.
c Colonnes en laiton.
d Vis pour retirer les électrodes.
e Excavation.

Fig. 3.

b Cuvette en aluminium.
a Électrode en platine dont la pointe perce la cuvette *b*.

(1) Une bobine Stohrer, à Leipzig, d'une grande puissance, me sert à ces expériences; quelquefois j'ajoute encore quatre grande bouteilles de Leyde.

fut traitée par l'acide fluorhydrique, jusqu'à l'expulsion totale de la silice; il resta une petite quantité d'une masse grisâtre, qui prit une nuance rouge brique après la calcination. Chauffée à blanc dans un courant de chlore sec, elle ne changea pas sensiblement d'aspect. Elle fut alors fondue (1) avec du polysulfure de potassium (foie de soufre); le culot, dissous dans l'eau, laissa un résidu insoluble verdâtre visible à la loupe, qui, traité par le chlore sec, fondit en petites gouttelettes d'un brun sale; rien n'était sublimé en *m''*, *m''*, *m'''* (fig. 1). Examinée au spectroscope sur des électrodes en charbon (fig. 2), cette substance donna des raies du *cérium,* du *lanthane* et du *didyme.*

En conséquence les grains noirs étaient probablement un minéral appartenant au groupe de l'orthite, de l'allanite, etc., etc.

Oligoclases et Andésine,

par M. des Cloizeaux (2).

En continuant sur les oligoclases les recherches optiques dont les principaux résultats ont été sommairement annoncés en 1880 dans le *B. S. M.,* n° 6, t. III, j'ai considérablement augmenté le nombre des échantillons et des variétés examinés (66, au lieu de 44), et j'ai été amené à modifier quelques-unes de mes conclusions. Ainsi, les oligoclases verts de Bodenmais, d'Orijärfvi et de Tilasinwuori, dont on connaît maintenant la composition exacte, doivent

(1) On exécute toutes les manipulations dans le vase en platine *a* (fig. 1).

(2) Suite aux *Nouvelles recherches sur l'écartement des axes optiques,* etc., insérées au t. VI, juin 1883, du *Bulletin de la Société minéralogique.*

être regardés comme de l'*andésine* en cristaux remarquablement nets. Quoique, à travers g^1, le sens de l'extinction *d'arrière en avant* ou *d'avant en arrière* (+ ou — de M. Schuster) offre souvent de l'incertitude dans les masses laminaires dépourvues d'inclusions ou de fentes indiquant la direction de l'arête g^1 m ou g^1 t, j'ai dû aussi rapporter à l'andésine un certain nombre de ces masses. Quelques-unes ont été analysées; d'autres présentent, pour principal caractère distinctif, la grandeur, inusitée dans les oligoclases proprement dits, de l'angle que la surface normale au plan des axes fait avec la base (110° à 120°).

Le nombre des échantillons que j'ai ainsi reconnus comme andésine s'élève maintenant au moins à dix-neuf (1); parmi eux se rencontrent, dans les basaltes de la Haute-Loire et de l'Ardèche, des fragments cristallisés qui possèdent la transparence et l'homogénéité d'une sanidine. Ainsi que l'a fait remarquer M. Wiik en publiant l'analyse des cristaux d'Orijärfvi, l'andésine paraît donc devoir former une espèce à part. Ses caractères optiques et chimiques et sa densité sont, en effet, plus constants que dans les oligoclases, et sa constitution, analogue à celle de la *dolomie*, peut être théoriquement considérée comme le résultat du mélange d'un équivalent d'albite et d'un équivalent d'anorthite (Ab_1 An_1).

Les oligoclases de la collection du Muséum m'ont offert une belle masse laminaire, légèrement verdâtre, transparente par places, sans lames hémitropes parallèles à g^1, dont les seules impuretés sont de très petites taches de *microcline* quadrillé et des inclusions étoilées de nature indéterminable.

(1) Dans le n° 9 de ses « *Recherches minéralogiques et pétrographiques* » paru en 1884, M. Wiik rapporte encore à l'*andésine* des cristaux trouvés dans une pegmatitre d'Oreskutan en Jemtland et deux plagioclases, l'un de Pargas, qu'on avait confondu jusqu'ici avec l'ersbyite, et l'autre de Stansvik en Finlande.

Ce sont les propriétés optiques de cette masse que j'ai admises comme étant celles du véritable oligoclase *normal*.

Les descriptions qui vont suivre comprendront, comme celles que j'ai données pour l'albite, l'incidence sur p de la surface perpendiculaire au plan des axes optiques, mesurée sur des plaques ou des lames minces normales aux deux bissectrices, l'angle d'extinction avec l'arête $p\,g^1$, à travers les lames parallèles aux deux clivages principaux, l'écartement des axes et leurs dispersions autour des bissectrices *aiguë* et *obtuse*.

Comme on l'a déjà plusieurs fois remarqué, l'angle d'extinction à travers p et surtout à travers g^1 offre souvent, sur les plaques minces d'un même échantillon, des différences dont quelques-unes peuvent provenir de la taille (1); mais d'autres sont dues à l'obliquité inégale du plan des axes sur les diverses plages dont se composent les lames g^1, dans certaines variétés que pénètrent des lamelles parallèles à la base, soumises à l'hémitropie la plus habituelle de la péricline.

L'orientation du plan des axes par rapport à la base, surtout lorsqu'elle est déterminée sur des lames très minces normales à la bissectrice *négative* et composées de deux séries de bandelettes dont les unes sont hémitropes autour d'un axe perpendiculaire à g^1, paraît au contraire offrir un caractère plus constant et qui, souvent, semble être en relation avec la proportion de silice. On sait, du reste, que cette proportion varie légèrement avec la méthode employée pour l'analyse et qu'en général elle est plutôt un peu faible, lorsqu'on opère par fusion avec le carbonate de soude.

Les nombreux résultats consignés dans mon Mémoire ont, pour la plupart, été contrôlés de manière à tenir compte

(1) Mallard, *Sur l'isomorphisme des feldspaths tricliniques, Bulletin de la Société minéralogique*, t. IV, n° 4 de 1881, p. 103.

de cette variation et à offrir la plus grande exactitude possible; ils peuvent inspirer confiance, vu l'habileté bien connue de MM. Damour, Pisani et Dirvell, à qui j'en suis redevable.

Malheureusement, il existe une autre source d'erreur dont on ne peut se garantir et qui me paraît avoir plusieurs fois conduit à des excédents notables de silice. En effet, certains échantillons d'oligoclase, outre les mouches de microcline qui les pénètrent fréquemment et qui se reconnaissent à la structure quadrillée de leur clivage basique, généralement parallèle à celui de la masse enveloppante, montrent sous le microscope des inclusions différentes du quartz, mais dont il est souvent impossible de discerner la nature; ces inclusions sont parfois assez abondantes pour troubler la transparence des lames les plus minces. Aussi peut-on assurer qu'il n'existe qu'un petit nombre d'oligoclases et d'andésines à structure réellement homogène et susceptibles de se prêter à une analyse irréprochable.

Laissant donc de côté la question si délicate des mélanges et de l'isomorphisme des feldspaths tricliniques, déjà traitée par MM. Tschermak, Schuster et Mallard, je me contenterai d'exposer le résumé de mes observations.

J'insisterai pourtant sur ce point, que les plaques normales à la bissectrice *aiguë* positive de l'albite offrent une dispersion *horizontale,* très faiblement accusée dans un des systèmes d'anneaux, tandis que dans l'anorthite, autour de la bissectrice obtuse *positive,* la dispersion *inclinée* est assez forte pour rendre douteuses les couleurs pâles indiquant la dispersion *tournante* qui devrait lui être combinée. Or, dans les oligoclases *les plus rapprochés* de l'albite par leur composition, les plaques normales à la bissectrice *positive* montrent une dispersion *tournante,* à couleurs vives pour un système d'anneaux, à couleurs très pâles et souvent à peine reconnaissables, pour le système opposé. Mais, dans les andésines et dans certains oligoclases moyennement riches en silice, où se

trouvent deux séries de lames parallèles à g^1, d'épaisseurs sensiblement égales, la vivacité des couleurs caractérisant la dispersion *tournante,* est très peu différente dans les deux systèmes.

De plus, on trouvera dans mon Mémoire la description de plusieurs variétés où l'albite pénètre l'oligoclase, comme elle pénètre le microcline et l'orthose, sous la forme d'inclusions nettement définies.

En attribuant, comme j'ai été conduit à le faire, une importance prédominante à l'orientation du plan des axes optiques, on est amené à établir les quatre classes suivantes, dont les membres ne paraissent pas offrir de passages continus de l'une à l'autre.

PREMIÈRE CLASSE.

Oligoclases *anomaux,* voisins de l'albite, auxquels on peut appliquer le nom d'oligoclase-albite, proposé autrefois par Scheerer.

La surface perpendiculaire au plan des axes tronque l'arête *aiguë* pg^1 et fait, avec la base, un angle d'environ 93°. Le plan des axes lui-même se relève donc vers cette arête, en s'inclinant sur g^1 d'environ 83°10′.

A travers g^1, le plan d'extinction, dirigé d'*avant* en *arrière* (+ Schuster), coupe l'arête pg^1 sous un angle de 6° ou 7° à 12°. Les rapports d'oxygène oscillent entre 1 : 3 : 10 et 1 : 3,6 : 10,7, nombres voisins de ceux que fourniraient les mélanges :

$$Ab_3\,An_1;\quad Ab_4\,An_1;\quad Ab_5\,An_1$$
$$1:3:10;\quad 1:3:10{,}4;\quad 1:3:10{,}7$$

Exceptionnellement, pour deux variétés de Norwège et des États-Unis, on est arrivé à 1 : 3,5 : 11,2, qui se rapproche du mélange $Ab_8\,An_1$ (1 : 3 : 11,1).

DEUXIÈME CLASSE.

Oligoclases *anomaux*. Plan des axes parallèle à la base ou perpendiculaire à g^1. Extinction à travers g^1 ayant lieu d'*avant en arrière*, suivant une direction qui fait, avec l'arête pg^1, un angle compris entre 6° et 9°.

Les rapports d'oxygène oscillent entre 1 : 3 : 9 et 1 : 3 : 10,4, comme ceux des mélanges $Ab_2\,An_1$ et $Ab_4\,An_1$. Dans une seule variété d'Ytterby, ils ont atteint, exceptionnellement, 1 : 3,5 : 11.

TROISIÈME CLASSE.

Oligoclases *normaux*. Surface perpendiculaire au plan des axes tronquant l'arête *obtuse* pg^1 et s'inclinant sur la base de 98° à 104°. Il suit de là que le plan des axes se relève vers cette arête et coupe le clivage g^1 sous un angle de 84°50′ à 79°50′ environ.

L'extinction à travers g^1 se fait, d'*avant en arrière*, suivant une ligne dont l'angle avec l'arête pg^1 oscille entre 1° et 6°, en prenant le plus souvent des valeurs de 2° à 4°. Les rapports d'oxygène sont toujours très voisins de 1 : 3 : 9.

QUATRIÈME CLASSE.

Andésine. Surface perpendiculaire au plan des axes tronquant l'arête obtuse pg^1 et faisant, avec la base, un angle remarquablement fort de 110° à 120°. Le plan des axes se relève donc vers cette arête, en s'inclinant sur g^1 d'environ 73°50′ à 63°50′.

Dans les cristaux les plus nets, l'extinction a lieu d'*arrière en avant*, pour la masse dominante, mais celle-ci est pénétrée par des plages plus ou moins étendues, éteignant d'*avant en arrière*.

L'inclinaison du plan d'extinction sur l'arête pg^1 est essentiellement variable, et ses limites extrêmes m'ont paru être 1° et 10°. La composition et la densité sont plus

constantes que celles des oligoclases ; cette dernière est toujours voisine de 2,67.

Les rapports d'oxygène sont presque exactement 1 : 3 : 8, comme ceux du mélange $Ab_1\ An_1$.

PREMIÈRE CLASSE.

La surface normale au plan des axes tronque l'arête *aiguë* pg^1.

J'ai trouvé une dizaine d'échantillons appartenant à cette première classe d'oligoclases *anomaux*.

N° 1. Petite masse laminaire d'un blanc jaunâtre, assez transparente, des environs d'Arendal. (Envoi de M. Kjerulf.) Cette masse offre à travers g^1 des fentes ou plutôt des bandelettes excessivement étroites, hémitropes autour de la grande diagonale de la base et s'inclinant sur cette face d'environ 8° à 9°, *d'avant en arrière*. Quelques petites inclusions éraillées, noirâtres, sensiblement parallèles à l'arête g^1m ou g^1t, permettent de reconnaître le sens où se fait l'extinction. D'autres inclusions beaucoup plus nombreuses, à contours irréguliers, d'une nature qui n'a pu être déterminée, sans extinction ou à extinction très imparfaite dans tous les azimuts, illuminent vivement les lames normales aux deux bissectrices, lorsque le plan des axes est parallèle ou perpendiculaire au plan de polarisation.

Angle pS(1) = { 93° à 94°, par la mesure directe sur des plaques normales à la bissectrice *positive;*
93°, d'après l'extinction des bandelettes dominantes, parallèles à g^1, formant l'une des deux séries dont se composent les lames normales à la bissectrice *négative*.

(1) S représente ici, comme dans mon Mémoire sur l'albite, la surface normale au plan des axes optiques.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, & 0^\circ \text{ à } 1^\circ 30' ; \\ \text{A travers } g^1, & 9^\circ \text{ à } 12^\circ. \end{cases}$$

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2\,H_r. = 96^\circ 22' \text{ à } 97^\circ 54'$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, à couleurs plus prononcées dans un système d'anneaux que dans l'autre. Dispersion *horizontale* presque impossible à constater dans le système à couleurs pâles.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2\,H_r. = 94^\circ \text{ à } 95^\circ 50'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, plus prononcée dans un système d'anneaux que dans l'autre. Dispersion *inclinée* assez notable pour que les couleurs dont la disposition annoncerait une dispersion *tournante* soient très vives dans un système d'anneaux et nulles ou douteuses dans le système opposé. Les couleurs pâles pour la dispersion ordinaire se transforment en couleurs vives pour la dispersion *tournante,* dans le même système, lorsque le plan des axes, au lieu d'être à 45° du plan de polarisation, lui devient perpendiculaire. Cette opposition, qui ne se présente pas d'une manière constante dans tous les oligoclases, a déjà été signalée pour plusieurs des variétés d'albite que j'ai décrites en 1883.

Il est possible que la bissectrice *positive* soit ici la bissectrice de l'angle *aigu* des axes optiques; mais il est plus probable que ces axes ont un angle réel sensiblement égal à 90°.

L'analyse a donné à M. Dirvell :

		RAPPORTS :
Silice	63,53	10,7
Alumine.	24,05	3,6
Chaux	2,60	1
Magnésie	trace	
Soude	8,02	
Potasse	1,86	
Perte au rouge	0,90	
	100,96	
Densité	2,64	

Les rapports d'oxygène se rapprochent de ceux du mélange $Ab_5\ An_1$.

N° 2. Masse laminaire jaunâtre, très voisine de la précédente, de Mörefjær, Arendal. (Envoi de M. Kjerulf.)

Angle pS = { 94° environ, par la mesure directe sur des plaques normales à la bissectrice *positive;*
93°10′, d'après l'extinction des bandelettes les plus abondantes, parallèles à g^1, visibles à travers les lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

+ { A travers p, 0° à 2°;
A travers g^1, 10° à 12°30′.

Les lames p sont parsemées de petites inclusions de microcline quadrillé; les lames g^1 sont traversées par des bandelettes très étroites, hémitropes autour de la grande

diagonale de la base et s'inclinant sur cette face de 8° à 9°.

En outre, de nombreuses inclusions indéterminables, à contours irréguliers, se montrent dans les lames normales aux deux bissectrices, surtout lorsqu'elles sont à l'extinction *maximum*.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2\,H_r. = 97°30' \text{ à } 98°10'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, plus marquée dans un système d'anneaux que dans l'autre ; dispersion *horizontale* douteuse dans le système à couleurs pâles, par suite de sa combinaison avec une forte dispersion *inclinée*.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2\,H_r. = 93°20' \text{ à } 97°10'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, à couleurs peu différentes dans les deux systèmes d'anneaux. Dispersion *inclinée* assez notable pour rendre incertaine la dispersion *tournante* du système à couleurs pâles.

Comme pour le numéro précédent, l'angle réel des axes est très voisin de 90° et l'on ne peut affirmer quelle est la bissectrice de leur angle *aigu*.

L'analyse a fourni à M. Damour :

		RAPPORTS :
Silice	65,63	10,7
Alumine	22,92	3,3
Chaux	2,50	1
Magnésie	trace	
Soude	9,89	
Potasse	trace	
	100,94	
Densité	2,636	

Ces nombres diffèrent à peine de ceux qui ont été trouvés pour le n° 1.

N° 3. Masse laminaire d'un blanc jaunâtre, transparente par places, de Mörefjær, Arendal, envoyée par M. Kjerulf comme différente du n°2 qui précède, mais offrant avec lui la plus grande analogie au point de vue optique.

Petites mouches de microcline quadrillé visibles à travers les lames *p;* bandelettes très étroites, à bords éraillés, hémitropes autour de la grande diagonale de la base, traversant les lames g^1, à 9° ou 10° de pg^1, d'avant en arrière. Inclusions étoilées indéterminables, moins nombreuses que dans les deux premières variétés.

Angle pS = { 94° en moyenne, par la mesure directe sur des plaques normales à la bissecrtice *positive;*
93° à 94°10′, d'après l'angle d'extinction des deux séries de bandelettes, dont l'une hémitrope autour d'un axe normal à g^1, qui constituent les lames perpendiculaires à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

+ { A travers p, 0° à 2°;
A travers g^1, 10° à 12°.

Les bandelettes hémitropes qui traversent les lames g^1 ont une extinction plus ou moins nette vers 19° ou 21° de $p\ g^1$ (1).

(1) C'est bien là l'angle total d'extinction que doivent présenter les bandelettes hémitropes autour de la grande diagonale de la base, inclinées de 9° à 10° sur cette face ; mais, souvent, par suite d'un défaut de transparence ou de quelque irrégularité de structure, cet angle est notablement plus faible que la somme des deux inclinaisons dont il se compose.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2\,H_r. = 96°12' ; 101° (?).$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, indiquée par des couleurs un peu moins vives autour d'une des branches d'hyperbole qu'autour de l'autre. Dispersion *horizontale* difficile à constater dans le système d'anneaux dont les couleurs sont les plus pâles.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2\,H_r. = 93°0' ; 95°44'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, associée à une dispersion *inclinee* faible ; dispersion *tournante* douteuse, par suite du peu de vivacité des couleurs dans un des systèmes d'anneaux.

La bissectrice *aiguë,* dans cette variété, parait être la bissectrice *positive,* quoique l'angle réel des axes soit encore voisin de 90°.

Une analyse de M. Dirvell a donné ;

		RAPPORTS :
Silice	64,10	10
Alumine	22,50	3
Chaux	2,81	1
Magnésie	0,20	
Soude	8,60	
Potasse	1,80	
Perte au feu	0,70	
	100,71	
Densité	2,63	

Ces nombres sont voisins de ceux que fournirait le mélange $Ab_3\,An_1$. Il est possible que la forte proportion de potasse soit due aux inclusions de microcline qui n'au-

raient pourtant pas augmenté sensiblement celle de la silice.

N° 4. Petite masse laminaire jaunâtre, faiblement transparente, des environs d'Arendal. (Exposition norwégienne de 1878.)

Bandelettes hémitropes étroites, à bords éraillés, visibles à travers g^1, et s'inclinant sur p de 9° à 10° *d'avant en arrière*. Inclusions indéterminables, assez nombreuses, à travers les lames parallèles à la base ou normales aux deux bissectrices.

Angle $pS = 92°15'$ à 93°, d'après l'extinction des bandelettes dominantes, parallèles à g^1, qui traversent les lames perpendiculaires à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, \ 0°30' \text{ à } 3°; \\ \text{A travers } g^1, \ 10° \text{ à } 12°. \end{cases}$$

Les bandelettes hémitropes traversant les lames g^1 éteignent assez imparfaitement, dans le même sens que la masse, vers 17° ou 21° de $p\ g^1$.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2\ H_r. = 96°44'\ ;\ 95°36'\ ;\ 98°20'.$$

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2\ H_r. = 92° \text{ à } 94°34'.$$

Dispersions inappréciables, à cause du peu de transparence. Quoique l'angle réel des axes soit encore voisin de 90°, la bissectrice *aiguë* paraît bien être ici la bissectrice *positive*.

Outre les bandelettes hémitropes, obliques à la base, visibles à travers g^1, quelques fragments m'ont présenté sur ce clivage des angles rentrants qui indiquent des re-

tournements parallèles à la base, autour de sa grande diagonale, comme ceux de la péricline et des cristaux d'andésine de l'Esterel, d'Orijärfvi, de Tilasinwuori, etc.

N° 5. Masse laminaire blanche, à clivage *p* facile, mais un peu écailleux, à clivage g^1 assez difficile, faiblement transparente, enveloppant de gros cristaux de corindon bleu, à bases striées et chatoyantes et de petits cristaux bruns de zircon, de Miask. (Envoi de M. de Valouef au Muséum.)

Angle $pS = 93°10'$ à $94°40'$, d'après l'angle d'extinction de la série des bandelettes les plus larges qui, avec une autre série de bandelettes étroites, hémitropes autour d'un axe normal à g^1, constitue les lames perpendiculaires à la bissectrice *négative*.

Angle d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \left\{ \begin{array}{l} \text{A travers } p,\ 1° \text{ à } 2°; \\ \text{A travers } g^1,\ 10° \text{ à } 11°. \end{array} \right.$$

Les lames basiques sont parsemées de nombreuses taches, disséminées sans ordre, dont une partie paraît être du microcline. Les lames g^1 renferment de grosses inclusions à contours irréguliers, éteignant à 20° environ de $p\ g^1$, qui semblent appartenir à de l'albite (1).

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2\ H_r. = 94°40'\ ;\ 95°50'\ ;\ 97° \text{ environ.}$$

Dispersions peu appréciables à cause de la faible transparence des plaques, même assez minces.

(1) Quoique l'association mécanique de l'oligoclase et de l'albite paraisse un fait assez rare, j'en ai rencontré plusieurs exemples dont le plus net se trouve dans l'oligoclase normal, n° 8 de ma 3e classe, qui sera décrit plus loin.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2H_r. = 94°18'; 95°4'; 97°10'; 98°10'.$$

L'écartement des axes de cette variété, probablement influencé par l'irrégularité de sa structure, est encore trop rapproché autour des deux bissectrices pour qu'on puisse affirmer quelle est celle de l'angle aigu.

M. Dirvell a obtenu, pour la composition :

		RAPPORTS :
Silice	64,58	10,4
Alumine et oxyde ferrique	22,61	3,2
Chaux	1,98	1
Magnésie	0,45	
Soude	8,27	
Potasse	2,61	
Perte au rouge blanc	0,75	
	101,25	
Densité	2,59	

Cette composition se rapproche de celle du mélange $Ab_4\ An_1$; une partie de la potasse provient probablement des inclusions de microcline dont la présence, jointe à la structure écailleuse du minéral, a pu abaisser la densité à un chiffre exceptionnellement faible.

N° 6. Petite masse laminaire blanche, offrant sur le clivage g^1 un reflet opalin bleuâtre, qui rappelle celui des péristérites, et des bandelettes hémitropes ou de simples fentes très étroites, qui font avec la base un angle de 15° à 16° (collection du Muséum, probablement de Coromandel) [?]. Cette inclinaison, beaucoup plus forte que celle des lamelles hémitropes si fréquentes dans les oligoclases, semblerait annoncer l'existence d'une forme nouvelle a^3 $(\bar{1}03)$, pour laquelle $pa^3 = 162°58'30''$.

Angle $pS =$ { 94°, mesures directes sur des plaques normales à la bissectrice *positive ;*
92° à 94° environ, d'après l'angle que le plan d'extinction des lames normales à la bissectrice *négative* fait avec la base.

Ces lames, au lieu de se composer de bandelettes parallèles à g^1, formant deux séries, dont l'une est soumise à la loi ordinaire d'hémitropie de l'albite, n'offrent que de petites fentes produites par le clivage basique et des lignes grises, parallèles à p, représentant la trace des bandelettes étroites qui sillonnent g^1 ; en outre, elles sont traversées par de nombreuses fentes régulières, allongées, faisant, avec la base, un angle d'environ 101°, par conséquent obliques à g^1 et paraissant correspondre à quelque clivage supplémentaire ; ce clivage se dirigerait suivant la forme nouvelle $e^{1/8}$ ($0\bar{8}1$) pour laquelle $pe^{1/8} = 100°20'$ (1).

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$+$ { A travers p, 0°20' à 2° ;
A travers g^1, 11° à 12° environ.

Les bandelettes hémitropes visibles à travers g^1, sont trop étroites et généralement trop peu transparentes pour permettre d'apprécier avec exactitude leur angle d'extinction. En quelques points seulement, j'ai trouvé 23°, d'avant en arrière.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2H_r. = 99° \text{ à } 100°.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, beaucoup plus visible dans un système d'anneaux que dans l'autre et, par conséquent,

(1) Dans l'anorthite, on connaît une forme analogue $e^{1/6}$ ($0\bar{6}1$), dont l'incidence sur p est $pe^{1/6} = 104°50'$.

combinée à une forte dispersion *inclinée* qui rend incertaine l'appréciation de la dispersion *horizontale* dans le système à couleurs pâles.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2H_r. = 92°20' \text{ à } 93°50'.$$

Dispersion *tournante* indécise dans le système d'anneaux où la dispersion ordinaire se manifeste par des couleurs pâles.

La bissectrice *aiguë* paraît bien ici être la bissectrice *positive.*

Une analyse de M. Dirvell a fourni :

		RAPPORTS :
Silice	64,88	10,5
Alumine	22,76	3,2
Chaux	1,96	1
Magnésie	0,40	
Soude	9,38	
Potasse	0,94	
Perte au rouge	0,44	
	100,76	
Densité	2,626	

Ces rapports correspondent encore à ceux du mélange $Ab_4\ An_1$; seulement, la densité réelle est notablement inférieure à la densité théorique.

N° 7. Masses laminaires blanches enveloppant un microcline gris-bleuâtre dont il est difficile de les séparer entièrement, de la vallée de Lesponne, Hautes-Pyrénées, (M. Frossard).

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, 1° \text{ à } 3° \text{ environ;} \\ \text{A travers } g^1, 8°30' \text{ à } 11°. \end{cases}$$

Les lames parallèles à g^1 sont traversées par des bandelettes à contours éraillés, sans extinction appréciable, s'inclinant d'environ 20° sur la base, et par de longues inclusions contournées, dont la direction moyenne s'éloigne assez de l'arête g^1t.

Cette variété, peu homogène, n'a pu être étudiée que très incomplètement.

N° 8. Masses blanches peu transparentes, se composant de plages à p striés et de plages à p unis, assemblées suivant des surfaces irrégulières et ondulées; de Norvège.

Les lames basiques montrent de petites mouches de microcline quadrillé et de grosses inclusions, à extinction irrégulière, offrant entre les *nicols* des colorations moins vives qu'on ne les observe en général avec le quartz.

Les lames g^1 sont traversées par des bandelettes hémitropes, s'inclinant de 6° environ sur la base, et par des inclusions à contours irréguliers, souvent très nombreuses.

Angle pS = { 93°30′ à 94°, par la mesure directe prise sur des plaques normales à la bissectrice *positive;*
93° à 94°, d'après l'extinction des bandelettes parallèles à g^1, les unes directes, les autres hémitropes, dont se composent les plaques normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

+ { A travers p, 1° à 2°30′ ;
A travers g^1, 10° à 12° environ.

Les bandelettes hémitropes qui traversent les lames g^1 sont rares, généralement peu transparentes, et leur extinction, très imparfaite, paraît se faire en même temps

que celle de la masse. Il est d'ailleurs très difficile de s'assurer si cette extinction a lieu d'*avant en arrière* ou d'arrière en avant.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2\ H_r. = 93° \text{ à } 95°48'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, faiblement indiquée, par suite du peu de transparence des plaques minces. Dispersion *horizontale* à couleurs vives dans un système d'anneaux, à couleurs à peine appréciables dans l'autre système.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2\ H_r. = 93°14' \text{ à } 96°.$$

Dispersion ordinaire faible, $\rho < v$. Dispersion *tournante* notablement plus accusée d'un côté que de l'autre, et, par conséquent, associée à une forte dispersion *inclinée*.

L'angle réel des axes est très voisin de 90°, et il est impossible d'affirmer de quel côté se trouve la bissectrice *aiguë*.

M. Dirvell a obtenu :

		RAPPORTS :
Silice.	65,32	11,1
Alumine.	21,87	3,4
Chaux	1,16	1
Magnésie	0,20	
Soude.	9,70	
Potasse.	0,65	
Perte au feu	1,00	
	99,90	
Densité. . . .	2,61	

La composition de cette variété se rapproche beaucoup de celle que fournirait le mélange $Ab_8\ An_1$; mais, comme ses caractères optiques diffèrent notablement de ceux

d'une albite, on peut supposer que la forte proportion de silice provient en partie des grosses inclusions indéterminées, visibles à travers les lames p et g^1.

N° 9. Masse laminaire d'un gris légèrement verdâtre, à clivages basiques finement striés, soudée à une autre variété dont les clivages p sont unis ou traversés par de légères cannelures sensiblement normales à g^1, de Colton, État de New-York. (Envoi de M. Edw. Dana.)

Angle $pS = 91°10'$ à $93°$, d'après l'extinction assez imparfaite de bandelettes très étroites, partageant les lames normales à la bissectrice *négative* en deux séries parallèles, dont l'une est hémitrope autour d'un axe perpendiculaire à g^1.

La mesure directe sur des plaques normales à la bissectrice *positive* semblerait indiquer que le plan des axes est presque parallèle à la base.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1:

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, \ 2°40' \text{ à } 4°; \\ \text{A travers } g^1, \ 9° \text{ à } 11°30'. \end{cases}$$

De petites mouches de microcline quadrillé pénètrent les lames p.

Aucune bandelette, hémitrope autour de la grande diagonale de la base, ne traverse les lames g^1; mais on y voit souvent des inclusions allongées ou des fentes noirâtres, suivant deux directions qui se croisent sous un angle d'environ 52° et dont l'une correspond à peu près à l'arête $g^1\ t$.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2\ H_r. = 96°30' \text{ à } 98°2'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, à couleurs presque aussi vives dans un système d'anneaux que dans l'autre. Dispersion *horizontale* accusée par des couleurs pâles et d'in-

tensités peu différentes, à droite et à gauche de la bissectrice.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2\,H_r. = 93°15' \text{ à } 94°20'.$$

La dispersion ordinaire, $\rho < v$, et la dispersion *tournante* se manifestent dans les deux systèmes d'anneaux par des couleurs d'une vivacité presque égale.

La bissectrice *positive* paraît être celle de l'angle *aigu* des axes optiques.

Une analyse a donné à M. Damour :

		RAPPORTS :
Silice.	64,84	11,4
Alumine.	23,10	3,5
Chaux	2,29	1
Oxyde ferreux	0,75	
Soude	7,93	
Potasse	0,94	
	99,85	
Densité. . . .	2,64	

C'est, comme on le voit, une composition très voisine de celle du n° 8 précédent; mais, l'écartement des axes et les dispersions autour des deux bissectrices ne pouvant s'accorder avec ce qu'on observe dans les albites, on est encore porté à admettre qu'une partie de la silice est due aux inclusions grisâtres, visibles à travers les lames g^1.

DEUXIÈME CLASSE.

Le plan des axes est parallèle à la base ou, quelquefois, perpendiculaire à g^1.

J'ai rencontré onze échantillons qui viennent se ranger pans cette catégorie.

N° 1. Masses laminaires d'un gris légèrement verdâtre, soudées intimement à la masse précédente (n° 9 de la première classe), de Colton, État de New-York.

Les deux variétés ont souvent leurs clivages basiques absolument parallèles ; mais, tandis que ceux de la première annoncent par leurs cannelures fines l'existence de nombreuses lames minces, obéissant à l'hémitropie ordinaire de l'albite, ceux de la seconde n'offrent que de légères stries un peu ondulées et sensiblement perpendiculaires à l'arête pg^1, qui paraissent être la trace des lamelles hémitropes visibles sur le clivage g^1. Ces lamelles, qui font complètement défaut sur la variété à bases cannelées, ont pour axe d'hémitropie la grande diagonale de la base, et elles s'inclinent sur cette face de 12° à 13°, d'avant en arrière.

Plan des axes parallèle à la base, d'après la mesure directe prise sur des plaques normales à la bissectrice *positive,* et d'après l'extinction simultanée des deux systèmes de bandes horizontales dont se composent les lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, \ 0°30' \text{ à } 3°30' \ (1); \\ \text{A travers } g^1, \ 9° \text{ à } 10°. \end{cases}$$

Les lames p contiennent de petites inclusions de microcline finement quadrillé.

Dans les lames g^1, les bandes hémitropes qui, par leur position oblique à la base, devraient éteindre à 22° ou 23° de pg^1, se composent de plages claires dont l'extinction est en général simultanée avec celle de la masse et de plages grenues, grises, qui éteignent imparfaitement vers 18° ou 20°.

(1) Cet angle est difficile à mesurer exactement, car aucune fente parallèle à pg^1 ne fournit les repères qu'on doit se contenter de prendre sur quelques bouts de clivage g^1 plus ou moins nets.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2\,H_{r.} = 95°40' \text{ à } 50' ;\ 97°24' \text{ à } 40'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, presque aussi visible dans un système d'anneaux que dans l'autre. Dispersion *horizontale* combinée à une forte dispersion *inclinée,* et, par suite, incertaine dans le système à couleurs pâles.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2\,H_{r.} = 95°34' \text{ à } 50'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, presque aussi prononcée d'un côté que de l'autre. Dispersion *tournante,* à couleurs vives dans un système d'anneaux, à couleurs pâles dans l'autre système.

Les axes optiques font entre eux un angle réel trop voisin de 90° pour qu'on puisse indiquer quelle est leur bissectrice *aiguë.*

Analyse par M. Damour :

		RAPPORTS :
Silice.	65,03	40,4
Alumine.	21,74	3
Oxyde ferreux.	0,84	
Chaux.	2,44	1
Soude	8,96	
Potasse	0,75	
	99,76	
Densité. . . .	2,636	

Cet échantillon, intéressant par son association avec le n° 9 qui précède, offre une composition et une densité identiques avec celles de l'oligoclase anomal de Mörefjær (n° 2 de la première classe) ; mais, l'orientation du plan des axes optiques et l'inclinaison sur la base des bandelettes

hémitropes, visibles à travers les lames g^1, diffèrent notablement d'une variété à l'autre.

N° 2. Petites masses incolores et transparentes par places, légèrement teintées en jaune par de l'oxyde de fer en d'autres places, traversées par des lames de disthène grisâtre, de Mineral Hill, comté Delaware, Pennsylvanie. Ces masses, remarquables par leur homogénéité intérieure, offrent sur le clivage basique de profondes cannelures produites par le retournement des lames hémitropes autour d'un axe normal à g^1, dont l'épaisseur est sensiblement égale à celle des lames non retournées.

Le plan des axes, paraissant presque perpendiculaire à g^1, sur les plaques normales à la bissectrice *positive,* est parallèle à la base, d'après l'extinction des deux séries de bandelettes dont se composent les lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, \ 1°45' \text{ en moyenne.} \\ \text{A travers } g^1, \ 6° \text{ à } 9°. \end{cases}$$

J'ai déjà dit, il y a quelques années (1), que les lames g^1 sont traversées par de longues fentes étroites. inclinées sur la base d'environ 36°, d'avant en arrière, et paraissant correspondre à un clivage parallèle à la forme $a^{3/2}$ ($\bar{2}03$), comme dans l'anorthite, plutôt qu'à des bandelettes hémitropes autour de la grande diagonale.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 92° \text{ à } 92°48'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, notable dans les deux sys-

(1) Voir mon Mémoire sur le microcline, *Annales de chimie*, 5me série, tome IX, p. 480, année 1876.

tèmes d'anneaux. Dispersion *horizontale* à couleurs presque aussi vives dans un système que dans l'autre (1).

Autour de la bissectrice obtuse *positive :*

$$2H_{o.r.} = 96°14' \text{ à } 97°56' ; 101° \text{ à } 102°.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* un peu moins vivement accusées dans un des systèmes d'anneaux que dans l'autre.

Une analyse de M. Pisani a fourni :

		RAPPORTS :
Silice.	63,20	9,2
Alumine	23,60	3
Chaux	3,56	1
Magnésie.	1,53	
Soude	7,30	
Potasse	0,90	
Perte au feu	1,20	
	101,29	
Densité.	2,64	

Cette composition, très voisine de celle du mélange

(1) Ainsi que je l'ai annoncé au début de ce travail, les couleurs qui bordent la barre transversale des anneaux vus dans un plan perpendiculaire au plan de polarisation, et qui indiquent une dispersion *tournante* autour de la bissectrice *positive,* paraissent avivées dans le système à couleurs pâles, pour certaines variétés d'oligoclase à larges cannelures sur *p* produites par deux séries de lamelles d'égale épaisseur parallèles à g^1, ainsi que pour les andésines que j'ai eu l'occasion d'examiner. La dispersion *inclinée* est donc généralement faible pour ces variétés, tandis qu'elle est presque toujours prédominante dans les variétés anomales de la 1re classe.

Ab_2An_1, annonce un oligoclase normal; les résultats de l'analyse, obtenus sur des fragments transparents et homogènes n'ont pu être influencés par la présence d'aucune inclusion étrangère. Cependant l'orientation du plan des axes optiques offre une anomalie bien marquée.

N° 3. Beaux fragments limpides par places, offrant deux clivages nets, l'un, suivant la base, nacré et à larges cannelures parallèles à pg^1; l'autre, suivant g^1, vitreux et uni. (Collection du Muséum; sans localité.)

Le plan des axes paraît presque perpendiculaire à g^1, sur les plaques normales à la bissectrice *positive;* mais l'extinction des deux séries de lamelles verticales qui constituent les plaques normales à la bissectrice *négative* indique qu'il est très sensiblement parallèle à la base.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, 3°30' \text{ environ;} \\ \text{A travers } g^1, 6° \text{ à } 7°. \end{cases}$$

Le premier de ces angles est remarquablement fort.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2H_{a.r.} = 90°40' \text{ à } 92°38'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, très accusée dans les deux systèmes d'anneaux. Dispersion *horizontale* un peu plus vive dans l'un de ces systèmes que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2H_{o.r.} = 100°28' \text{ à } 103°22'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, presque également accusée dans chaque système d'anneaux; dispersion *tournante* offrant des couleurs à peine plus vives dans l'un que dans l'autre.

Analyse par M. Pisani :

		RAPPORTS :
Silice.	64,00	9,8
Alumine	23,50	3,1
Chaux	2,72	
Magnésie. . . .	0,60	1
Soude.	9,00	
Potasse.	0,77	
Perte au feu . .	0,16	
	100,75	
Densité.	2,64	

Cette variété qui, par sa transparence et son homogénéité, offre une certaine analogie avec la précédente, possède aussi une composition assez voisine de la normale, malgré l'orientation anomale du plan de ses axes optiques.

N° 4. Grandes masses laminaires d'un blanc légèrement jaunâtre, à clivages *p* ondulés et finement striés parallèlement à l'arête $p\ g^1$, associées à un microcline quadrillé, de Buö, près Arendal.

Le plan des axes, qui paraît presque perpendiculaire à g^1 sur des plaques normales à la bissectrice *positive*, doit être à très peu près parallèle à la base, d'après l'extinction des deux systèmes de bandes parallèles à g^1, les unes larges, les autres très étroites, dont se composent les lames normales à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête $p\ g^1$:

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p,\ 1°30' \text{ à } 2°; \\ \text{A travers } g^1,\ 6° \text{ à } 8°30'. \end{cases}$$

Quelques petites mouches de microcline se voient à travers les lames parallèles à *p*; d'autres inclusions plus grosses et plus abondantes, à contours éraillés, de nature indéterminée, pénètrent ces lames ainsi que les lames g^1,

à travers lesquelles se dessinent aussi des fentes plus ou moins rectilignes et à peu près alignées suivant l'arête g^1 t.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.\,r.} = 89°50' \text{ à } 90°.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, presque égale dans les deux systèmes d'anneaux ; dispersion *horizontale* à couleurs plus vives dans l'un que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.\,r.} = 98°;\ 101°14'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* à peine moins accusées dans l'un des systèmes d'anneaux que dans l'autre.

L'analyse a donné à M. Dirvell :

		RAPPORTS :
Silice	64,34	10
Alumine	22,75	3,1
Chaux	3,39	1
Magnésie	trace	
Soude	8,98	
Potasse	0,81	
Perte au feu	0,80	
	101,07	
Densité	2,617	

Ces rapports sont ceux que fournirait le mélange $Ab_3\,An_1$; mais, comme on peut supposer ici qu'une portion de la silice est fournie par les petites inclusions de microcline et par les grosses inclusions indéterminées dont il a été question plus haut, nous nous trouvons encore en présence d'un oligoclase à composition normale, avec caractères optiques anomaux ; ces caractères sont très voisins de ceux que présente la variété n° 2 de Mineral Hill.

N° 5. Masse laminaire offrant un mélange de parties blanches et de parties grisâtres, à stries fines sur la base, à clivages g^1 ondulés, adhérant à une large couche de mica noir, d'Ytterby, Suède. (Envoi de M. Nordenskiöld.)

D'après les mesures directes prises sur des plaques normales à la bissectrice *positive,* comme d'après l'extinction des bandes verticales les plus larges et les plus abondantes, qui traversent les lames normales à la bissectrice *négative,* il paraît exister un mélange de plages où le plan des axes est perpendiculaire à g^1 et d'autres où il est parallèle à la base.

Angle du plan d'extinction avec l'arête $p\ g^1$:

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, & 1°30' \text{ environ;} \\ \text{A travers } g^1, & 7°;\ 8° \text{ à } 10°. \end{cases}$$

Les lames p sont pénétrées par des inclusions plus ou moins grosses de microcline quadrillé ; les lames g^1 offrent des inclusions ou des fentes peu régulières, à bords éraillés, à peu près parallèles à l'arête $g^1\ t$.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\ H_{a.\,r.} = 90°48' \text{ à } 93°54'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, généralement faible, à cause du peu de transparence. Dispersion *horizontale* beaucoup plus visible dans un système d'anneaux que dans l'autre, et combinée à une forte dispersion *inclinée.*

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\ H_{o.\,r.} = 100°4' \text{ à } 42'.$$

Dispersion ordinaire faible, $\rho < v$. Dispersion *tournante*

à couleurs plus vives dans l'un des deux systèmes d'anneaux.

Analyse par M. Damour :

		RAPPORTS :
Silice	64,23	11
Alumine	23,57	3,5
Chaux	2,81	1
Soude	8,47	
Potasse	0,81	
	99,89	
Densité	2,623	

Les rapports d'oxygène, voisins de ceux que fournirait le mélange $Ab_8\ An_1$, sont probablement troublés par les grosses inclusions de microcline qui, pourtant, ne paraissent pas avoir fourni plus de potasse qu'à la variété n° 4 précédente. Malgré l'identité apparente de composition de cet oligoclase d'Ytterby avec les oligoclases albites compris dans la première classe, les caractères optiques du premier sont tout à fait différents de ceux des seconds.

N° 6. Masses laminaires d'un rouge de chair, très fragiles, à clivages *p* nets et faciles, finement cannelés parallèlement à pg^1, à clivages g^1 difficiles et gras, associées à une albite rougeâtre (1) et servant de gangue à la fergusonite de Helle en Norwège.

L'emploi de plusieurs plaques normales aux deux bissectrices a laissé indécise l'orientation exacte du plan des axes optiques, qui serait normal à g^1 sur quelques-unes et parallèle à la base sur d'autres.

(1) C'est le n° 8 des albites décrites dans le tom. VI du *Bull. Soc. min.*, juin 1883.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, \ 0°30' \text{ à } 1°30'; \\ \text{A travers } g^1, \ 7°10' \text{ à } 11°. \end{cases}$$

De nombreuses lamelles de mica pénètrent les plaques parallèles aux deux clivages principaux.

Les lames g^1 sont traversées par des bandelettes hémitropes autour de la grande diagonale de la base et faisant avec cette face un angle de 6°10′ à 6°45′. Contrairement à ce qui devrait s'observer, leur extinction a lieu en même temps que la masse principale.

Une des lames minces que j'ai examinées m'a offert une large plage d'oligoclase éteignant à 10° de l'arête pg^1, intimement soudée, par une surface ondulée, à une plage d'*albite* dont l'angle d'extinction est de 18°30′ à 19°. La plage d'oligoclase est elle-même pénétrée par des inclusions d'albite, allongées et assez irrégulières.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2H_r. = 96°24' \text{ à } 97°28'; \ 100°42' \text{ à } 101°36'.$$

Dispersions inappréciables, par suite du peu de transparence de la substance.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2\ H_r. = 90°20' \text{ à } 50'; \ 93°34' \text{ à } 50'; \ 96°30' \text{ à } 97°44'; \ 100°40'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* à couleurs vives dans un des systèmes d'anneaux, à couleurs pâles ou à peine déterminables dans l'autre système.

L'écartement des axes est très variable autour des deux bissectrices et il n'est guère possible d'affirmer si c'est la positive ou la négative qui est celle de leur angle *aigu*.

M. Dirvell a fait une analyse sur des grains triés au moyen de la liqueur Thoulet. En défalquant l'acide

niobique et l'yttria, qui provenaient probablement d'un mélange de fergusonite, il a obtenu :

		RAPPORTS :
Silice	67,15	9,5
Alumine.	17,44	2,2
Chaux.	5,60	1
Magnésie	0,27	
Soude et trace de lithine	7,78	
Potasse	0,29	
Perte au feu.	1,44	
	99,97	

Ces rapports annoncent un oligoclase impur, contenant probablement encore un peu d'albite ; mais si sa composition le rapproche des oligoclases normaux, ses caractères optiques l'en éloignent.

N° 7. Petite masse laminaire blanche, faiblement transparente, à clivages basiques ondulés, d'Ytterby (collection du Muséum).

Le plan des axes, sensiblement perpendiculaire à g^1 sur des plaques normales à la bissectrice *positive,* paraît plutôt parallèle à la base, d'après l'extinction des deux séries de bandelettes étroites dont se composent les lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, 2^\circ \text{ environ ;} \\ \text{A travers } g^1, 8^\circ 30' \text{ à } 9^\circ 10'. \end{cases}$$

Les plaques g^1 sont traversées par des lamelles étroites, hémitropes autour de la grande diagonale de la base et faisant avec cette face un angle d'environ 7°, *d'avant en arrière.*

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2\,H_r. = 95^\circ \text{ à } 95^\circ 30'.$$

Trace de dispersion *horizontale,* plus visible dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2H_r. = 94°20' \text{ à } 95°56'.$$

Dispersion *tournante* faible dans un système d'anneaux, à peine déterminable dans l'autre.

L'angle réel des axes optiques est très voisin de 90°.

Une analyse de M. Jannetaz a fourni :

		RAPPORTS :
Silice	63,19	9,1
Alumine.	23,52	3
Chaux	4,81	1
Soude	9,01	
	100,53	

Ces rapports, voisins de ceux du mélange $Ab_2\ An_1$, annonceraient un oligoclase chimiquement normal, tandis que ses caractères optiques en font une variété anomale.

N° 8. Autre petite masse laminaire blanche, à clivages basiques finement striés parallèlement à pg^1 et d'un éclat un peu nacré, à clivages g^1 ondulés, d'Ytterby. Cette masse, analogue au n° 7 précédent, avait été désignée à tort, dans l'ancienne collection de Lévy, comme le *natron spodumen* de Berzélius.

De même que pour la variété n° 7 qui précède, il y a un peu d'incertitude sur la véritable orientation du plan des axes optiques ; cependant ce plan paraît plutôt parallèle à la base que perpendiculaire à g^1.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1.

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, 2°21' ; \\ \text{A travers } g^1, 6° \text{ à } 9°. \end{cases}$$

Les lames g^1 sont traversées par quelques bandelettes

étroites, hémitropes autour de la grande diagonale de la base et s'inclinant sur cette face de 8° à 9°, *d'avant en arrière;* on y voit de plus des fentes noirâtres, suivant à peu près la direction de l'arête g^1 *t*. L'extinction des bandelettes hémitropes se confond avec celle de la masse principale.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2\,H_r. = 91°8' \text{ à } 92°52'\,;\ 93°26' \text{ à } 94°50';\ 95°2' \text{ à } 98°30'.$$

La mesure de l'écartement a varié d'une manière sensible avec les plages d'une même plaque et avec les diverses plaques employées.

Dispersions à peine appréciables.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2\,H_r. = 94°32' \text{ à } 95°40'\,;\ 96°20' \text{ à } 97°26'\,;\ 98°24'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* se manifestant par des couleurs pâles, un peu moins prononcées dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Quoique l'écartement apparent des axes dans l'huile paraisse un peu plus faible autour de la bissectrice *négative* qu'autour de la bissectrice *positive,* il n'est pas prouvé que la première soit celle de leur angle *aigu*.

Il est assez probable que l'analyse de Berzélius donnée p. 315 du 1er vol. de mon *Manuel de minéralogie,* sous la lettre *g* (1), a été faite sur cet oligoclase d'Ytterby. Elle conduit aux rapports à peu près normaux 1 : 3 : 8, 7.

N° 9. Petite masse blanche transparente, à cannelures fines sur le clivage basique, associée à un beau micro-

(1) D'après les échantillons de la Collection minéralogique de Stockholm, le véritable *natron spodumen* de Berzélius vient de Danvikszoll, près Stockholm, et non d'Ytterby.

cline quadrillé, de la Guyane. (Collection du Muséum.)

Sur les lames normales aux deux bissectrices, le plan des axes paraît sensiblement perpendiculaire à g^1.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, 1^\circ \text{ à } 2^\circ; \\ \text{A travers } g^1, 5^\circ \text{ à } 7^\circ. \end{cases}$$

Les lames basiques montrent de petites mouches de microcline quadrillé. Les lames g^1 sont traversées par des bandelettes hémitropes étroites ou fentes éraillées, à 6° ou 8° de pg^1; on y voit aussi des inclusions grenues et d'autres fentes alignées à peu près suivant l'arête $g^1\ t$.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2H_r. = 92^\circ 6' \text{ à } 38'; 94^\circ 56' \text{ à } 95^\circ 40'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, assez faiblement indiquée. Dispersion *horizontale* à couleurs beaucoup plus vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2H_r. = 97^\circ 10' \text{ à } 98^\circ 40'; 99^\circ 10' \text{ à } 30'; 100^\circ 20'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, notable dans les deux systèmes d'anneaux; dispersion *tournante* à couleurs beaucoup plus prononcées dans l'un que dans l'autre.

Dans cette variété, l'écartement réel des axes est encore voisin de 90°; cependant la bissectrice *négative* paraît être celle de leur angle *aigu*.

N° 10. Belle masse laminaire d'un blanc légèrement jaunâtre, à clivages p ondulés et finement striés par places, de Norwège. (Collection de l'École centrale des arts et manufactures.)

L'orientation du plan des axes parallèlement à la base se voit sur les plaques normales à la bissectrice *positive*

comme sur les lames normales à la bissectrice *négative*, ces dernières se composant quelquefois de larges plages unies et homogènes et d'autres plages divisées en deux séries de bandelettes parallèles à g^1, de largeurs très inégales.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, \ 1^\circ \text{ à } 2^\circ; \\ \text{A travers } g^1, \ 7^\circ \text{ à } 8^\circ. \end{cases}$$

De petites inclusions de microcline quadrillé se détachent sur le fond des lames basiques. Les lames g^1 sont traversées, *d'avant en arrière*, par des bandelettes hémitropes étroites, à bords éraillés, faisant avec p un angle de 8° à 9° et paraissant éteindre en même temps que la masse. En outre, de petites inclusions noirâtres, à peu près parallèles à l'arête g^1t, permettent de s'assurer du sens de l'extinction.

Autour de la bissectrice *négative* :

$$2H_r. = 92^\circ 54'; \ 94^\circ 10' \text{ à } 95^\circ 26'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, faiblement indiquée dans les deux systèmes d'anneaux. Dispersion *horizontale* notablement plus prononcée dans l'un que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *positive* :

$$2H_r. = 93^\circ 26'; \ 94^\circ 20' \text{ à } 44'; \ 96^\circ 32' \text{ à } 97^\circ 18'.$$

Dispersion ordinaire faible, $\rho < v$; dispersion *tournante* à couleurs plus vives dans un des systèmes d'anneaux.

L'écartement des axes s'est montré assez variable sur les diverses plaques employées, et il est impossible d'assurer que la bissectrice *négative* soit la bissectrice [illegible]

N° 11. Petite masse blanche à cannelures fines sur la base. (Collection du Muséum, sans localité.)

L'orientation exacte du plan des axes est ici assez incer-

taine; en effet, sur les plaques normales à la bissectrice *positive,* ce plan paraît presque perpendiculaire à g^1; sur des lames très minces, normales à la bissectrice *négative,* il serait parallèle à la base, d'après l'extinction des bandelettes parallèles à g^1, assez étroites, mais prédominantes, tandis qu'on pourrait le regarder comme perpendiculaire à une surface tronquant l'arête obtuse pg^1 et s'inclinant de 95° à 96° sur p, pour quelques bandelettes plus larges.

Angle du plan d'extinction avec l'arête $p\,g^1$:

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p,\ 1^\circ \text{ à } 2^\circ 30' ; \\ \text{A travers } g^1,\ 5^\circ 30' \text{ à } 7^\circ. \end{cases}$$

De longues bandelettes à bords éraillés, à peu près parallèles à l'arête $g^1\,t$ et éteignant vers 4°, dans le même sens que la masse, se détachent sur les lames g^1 ; elles sont recoupées par de petites fentes fines, sous un angle très voisin de 90°.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.\,r.} = 88^\circ ;\ 91^\circ 24' \text{ à } 92^\circ 4'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* offrant des couleurs à peine plus vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.\,r.} = 95^\circ 30' ;\ 100^\circ 24' \text{ à } 101^\circ 16'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* presque également développées dans les deux systèmes.

TROISIÈME CLASSE.

Plan des axes perpendiculaire à une surface tronquant l'arête *obtuse* pg^1 et faisant avec la base un angle de 98° à 102° et 104°.

Sur 20 échantillons que j'ai eus entre les mains, 16 seulement ont pu être examinés assez complètement pour venir se ranger dans cette classe à propriétés normales.

N° 1. Belle masse laminaire d'un blanc légèrement verdâtre, transparente par places, à clivage basique facile et sans aucune cannelure, à clivages g^1 raboteux, de Norwège(?). (Collection du Muséum.)

Angle pS = { 101°50′ à 102°, mesure directe prise sur les plaques normales à la bissectrice *positive;* 102° à 103°, d'après l'inclinaison sur la base du plan d'extinction des lames normales à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

+ { A travers p, 1° à 2°; A travers g^1, 2° à 5°.

Les lames p sont traversées par quelques petites mouches de microcline quadrillé et par de grosses inclusions à contours éraillés, sans extinction nette, de nature indéterminée.

Les lames g^1, outre ces grosses inclusions, montrent souvent, à 5° ou 6° de la base, de petites fentes courtes s'inclinant d'avant en arrière, qui annoncent probablement des bandelettes très étroites, hémitropes autour de la grande diagonale, et des fentes grisâtres, alignées à peu près suivant l'arête $g^1 t$.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.\,r.} = 89°2' \text{ à } 91°30'.$$

Dispersion ordinaire $\rho > v$, et dispersion *horizontale* combinées à une dispersion *inclinée* notable.

L'hyperbole bordée de couleurs pâles, à 45° du plan de

polarisation, se transforme, à 90° de ce plan, en une barre offrant au contraire des couleurs vives.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.\,r.} = 101°20' \text{ à } 40'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* associées à une assez forte dispersion *inclinée;* le système d'anneaux où la première se manifeste avec des couleurs vives montre la seconde avec des couleurs pâles.

La moyenne des nombres trouvés pour l'écartement des axes autour des deux bissectrices fournit, comme valeurs approximatives :

$$2\,V_{r.} = 84°56' \quad \beta_{r.} = 1,539.$$

Une analyse de M. Dirvell a donné :

		RAPPORTS.
Silice	61,14	9
Alumine	25,10	3,2
Chaux	4,39	1
Magnésie	0,50	
Soude	7,66	
Potasse	1,17	
Perte au feu	0,80	
	100,76	
Densité	2,65	

Ces rapports sont voisins de ceux que fournirait le mélange $Ab_2\,An_1$. Quoique la proportion de potasse puisse être un peu augmentée par les petites inclusions de microcline, celles-ci ne paraissent pas avoir eu d'influence sur la quantité de silice qui paraît plutôt un peu faible.

N° 2. Belle masse de *pierre de soleil* très aventurinée, rougeâtre, à cannelures fines et écartées sur le clivage basique, à clivages g^1 nets, de Fredrikswern, Norwège. (Envoi de M. Nordenskiöld.)

Angle pS = { 102° à 103°, mesures directes prises sur les plaques normales à la bissectrice *positive;* 103°30′, d'après l'angle d'extinction avec la base des lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête $p\ g^1$:

+ { A travers p, 0°30′ à 2°;
A travers g^1, 1°30′ à 2°.

L'absence fréquente de lamelles hémitropes à travers les lames p rend difficile la mesure exacte de leur angle d'extinction, puisqu'on ne possède généralement comme repères que des bouts de clivage g^1, plus ou moins imparfaits. Ces lames sont mouchetées par des inclusions d'oligiste ayant la forme de bandes étroites ou de petites tables hexagonales alignées suivant une direction assez oblique à l'arête $p\ g^1$.

Les lames g^1 sont souvent traversées par des bandelettes étroites, à bords éraillés, hémitropes autour de la grande diagonale de la base et s'inclinant sur cette face d'environ 4°, *d'avant en arrière*. Leur extinction n'a lieu que pour une partie de leur longueur, mais elle se fait régulièrement à 6°, après celle de la masse. En outre, l'oligiste forme de longues baguettes coupant l'arête pg^1 sous un angle de 19° à 21° et se dirigeant *d'arrière en avant*.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 88°40' \text{ à } 89°10'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* à couleurs un peu plus vives dans un système d'anneaux que dans l'autre, avec opposition pour les deux dispersions.

Les plaques minces normales à cette bissectrice ne sont en général traversées que par des fentes produites par le

clivage basique et par les traces, parallèles à ce clivage, des lamelles hémitropes autour de la grande diagonale.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2H_{o.r.} = 102°50' \text{ à } 103°18'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, sensiblement égale des deux côtés, avec dispersion *tournante* plus accusée dans un système d'anneaux que dans son opposé.

De la moyenne des nombres obtenus pour l'écartement autour des deux bissectrices, on déduit approximativement :

$$2\ V_{r.} = 83°38'\ \beta_{r.} = 1,540.$$

Dans cette variété, les tables d'oligiste sont plus larges que dans la *pierre de soleil* ordinaire de Tvedestrand et leur nature ne paraît pas douteuse.

N° 3. Pierre de soleil aventurinée, rougeâtre, associée à de beaux cristaux de cordiérite, de Tvedestrand, Norwège.

Angle $pS =$ { 101° environ, sur les plaques normales à la bissectrice *positive;*
104° à 105°, d'après l'angle d'extinction des bandelettes larges parallèles à g^1, prédominantes dans les lames normales à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

+ { A travers p, 1°30' environ; 1°10', jau. (Schuster);
A travers g^1, 2° à 4°; 3°54', jau. (Schuster).

Les lames g^1 sont sillonnées par des bandelettes très étroites, inclinées sur la base de 6° environ, d'*avant en arrière,* et hémitropes autour de la grande diagonale de cette face. De plus, elles montrent de longues baguettes

d'oligiste, s'alignant suivant des directions qui font avec l'arête pg^1 un angle d'environ 17°30', d'*arrière en avant*, et recoupées à 90° par d'autres baguettes plus courtes.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.} = \begin{cases} 89°38' \text{ verre rouge;} \\ 88°52' \text{ liqueur bleue cupro-ammoniacale.} \end{cases}$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* combinée avec une faible dispersion *inclinée*, les deux premières offrant leurs couleurs vives ou pâles en opposition dans les deux systèmes d'anneaux.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.r.} = 101°30' \text{ à } 102°16'\,;\ 103°10' \text{ à } 54'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, à couleurs plus prononcées dans un système d'anneaux que dans l'autre et en opposition avec celles de la dispersion *tournante*.

L'ancienne analyse de Scheerer a donné des nombres qui conduisent aux rapports 1 : 3 : 8,7. Dens. = 2,656.

Ces rapports annoncent une composition sensiblement normale, et ils sont très voisins de ceux que fournirait le mélange $Ab_4\,An_3$. La proportion un peu faible de silice peut tenir à la méthode qui a été employée.

N° 4. Pierre de soleil très aventurinée, en petites masses laminaires faisant partie d'une roche granitoïde des environs d'Arendal.

$$\text{Angle } pS = \begin{cases} 102° \text{ à } 103°, \text{ mesures directes sur des plaques normales à la bissectrice } \textit{positive}; \\ 106° \text{ environ, d'après l'angle d'extinction de la série dominante des bandelettes parallèles à } g^1 \text{ qui constituent la masse principale des lames normales à la bissectrice } \textit{négative}. \end{cases}$$

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, 2^\circ \text{ environ;} \\ \text{A travers } g^1, 1^\circ 30' \text{ à } 3^\circ. \end{cases}$$

Des inclusions d'oligiste, allongées et alignées d'*arrière en avant*, suivant une direction qui fait un angle de 20° avec l'arête pg^1, traversent les lames g^1.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 90^\circ 44' \text{ à } 91^\circ 6'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* presque aussi prononcées dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.r.} = 100^\circ 42' \text{ à } 102^\circ 10'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* offrant leurs couleurs les plus vives dans le même système d'anneaux et une différence peu prononcée entre celles des deux systèmes.

N° 5. Petites masses laminaires, ou petits cristaux d'un vert clair, pénétrés par de nombreux nodules de quartz et par une substance micacée noirâtre, de Bamle en Norwège. Cannelures profondes et nombreuses, parallèles à l'arête pg^1, sur les clivages basiques.

$$\text{Angle } pS = \begin{cases} 103^\circ \text{ à } 104^\circ 30', \text{ sur des plaques normales à la bissectrice } \textit{positive;} \\ 106^\circ 20' \text{ d'après l'angle d'extinction des bandelettes les plus larges, parallèles à } g^1, \text{ qui traversent les lames normales à la bissectrice } \textit{négative.} \end{cases}$$

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, 1°15' \text{ à } 1°35' ; \\ \text{A travers } g^1, 2°12' \text{ en moyenne (1).} \end{cases}$$

Les lames p sont généralement remplies d'inclusions neigeuses, étoilées, de nature indéterminée. Les lames g^1 portent, à 4° ou 5° de p' d'avant en arrière (2), des stries fines annonçant des lamelles excessivement minces, hémitropes autour de la grande diagonale de la base.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 89°48' \text{ à } 91°46'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* en accord pour l'éclat plus ou moins vif de leurs couleurs, combinées à une dispersion *inclinée* assez faible.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2H_{o.r.} = 95°34' ; 99°40' \text{ à } 100° ; 103°40' \text{ à } 104°18'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* s'alliant à une dispersion *inclinée* peu prononcée.

L'association intime du quartz avec cette variété rend difficile d'obtenir sa composition exacte. Les 66 p. % de silice, indiqués autrefois par Hawes, sont évidemment dus à un mélange de ce corps. M. Dirvell est arrivé approximativement à :

(1) Cette variété avait d'abord été regardée comme *Esmarkite*, par MM. Brögger et Reusch.

(2) C'est M. vom Rath qui, le premier, a signalé ces stries.

		RAPPORTS :
Silice	61,80	10,2
Alumine	25,11	3,5
Chaux	2,38	1
Oxyde ferreux	2,50	
Soude	7,18	
Potasse	0,97	
Perte au feu	1,60	
	101,54	

N° 6. Masses laminaires rosées, à clivages courbes, contenant des mouches d'yttrotantalite, d'Ytterby (Suède).

Le clivage basique n'offre que des cannelures rares et excessivement fines.

Angle pS = { 97°30′ à 98°, sur des plaques normales à la bissectrice *positive;* 97° à 98°50′, d'après l'extinction des bandelettes étroites, parallèles à g^1, qui constituent la masse dominante des lames normales à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

+ { A travers p, 1° à 2°; A travers g^1, 2° à 5° ou 6° (plages claires).

Les lames p, comme les lames g^1, sont formées en grande partie par une masse grenue, peu homogène, sur laquelle se détachent des plages claires, de petites dimensions. La masse des lames p n'éteint nettement dans aucun azimut; celle des lames g^1 a une extinction imparfaite vers 10° à 12°, dans le même sens que les plages claires.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 94°18' \text{ à } 97°4'.$$

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.r.} = 102° \text{ à } 103°6'.$$

Dans les plaques normales aux deux bissectrices, l'écartement des axes dans l'huile est assez variable avec les plages ; les dispersions sont inappréciables, faute de transparence.

N° 7. L'oligoclase en petits parallélépipèdes d'un gris verdâtre, associé au microcline rouge de la belle syénite antique d'Égypte, n'a pu être étudié qu'incomplètement. Son clivage basique est sillonné par des stries très nombreuses et très fines, parallèles à l'arête pg^1.

L'angle du plan d'extinction avec cette arête est :

+ { A travers p, 1° ;
A travers g^1, 3°42' à 4°24', dans l'angle obtus de petites inclusions dessinant des losanges noirâtres peu nets.

N° 8. Gros cristaux d'un gris jaunâtre ou rosé, peu transparents, offrant les combinaisons de formes m $(1\bar{1}0)$. t (110), g^2 (130), g^1 (010), ^2g $(1\bar{3}0)$, p (001), a^1 $(\bar{1}01)$, $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$. $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$; m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^2 (130), g^1 (010), ^2g $(1\bar{3}0)$, p (001), a^1 $(\bar{1}01)$, $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$; m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^2 (130), g^1 (010), ^2g $(1\bar{3}0)$, p (001), $a^{3/4}$ $(\bar{4}03)$, $i^{1/2}$ (021) $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$. Deux de ces cristaux, croisés à angle droit, sont implantés sur une *albite* laminaire d'un gris rosé, pénétrée elle-même par du microcline quadrillé, des environs d'Arendal.

Les clivages p se composent de plages unies et de plages à cannelures très fines, parallèles à l'arête pg^1.

Angle pS = { 102° à 103°, sur les plaques normales à la bissectrice *positive* ;
100° à 101°50′, d'après l'extinction des deux séries de bandelettes parallèles à g^1, généralement étroites, dont se composent les lames normales à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p, 0°36' \text{ à } 2° ; \\ \text{A travers } g^1, 2°30' \text{ à } 4°. \end{cases}$$

Les lames g^1 montrent, comme celles de beaucoup d'autres variétés, des bandelettes étroites, hémitropes autour de la grande diagonale de la base, s'inclinant sur cette face de 5° à 6°, et éteignant imparfaitement vers 10° ; de plus, elles sont traversées par de larges inclusions d'albite, à structure fibreuse, dont les fibres se dirigent à peu près parallèlement à l'arête g^1t ; ces inclusions sont plus transparentes que la masse elle-même et leur extinction se fait, d'*avant en arrière*, à 19° ou 20° de pg^1 (1).

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2H_{a.\,r.} = 93° \text{ à } 93°58' ; 96°30' \text{ environ.}$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* à couleurs plus vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

(1) J'ai déjà cité, aux variétés anomales des 1re et 2e classes, une association intime et mécanique d'oligoclase et d'albite. Il paraît bien difficile d'admettre ici que les feldspaths qui présentent cette association n'appartiennent pas à deux espèces différentes, quoique chimiquement voisines ; en effet, elle est identique à celle des

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.r.} = 101°48' \text{ à } 102°40'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* combinées à une dispersion *inclinée* notable.

N° 9. Petite masse laminaire blanche, à cannelures rares et écartées sur le clivage basique, de Moland, près Arendal. (Exposition de 1878 et envoi de M. Kjerulf.)

Angle pS = { 99° à 100°, sur des plaques normales à la bissectrice *positive ;*
100°35′ en moyenne, d'après l'extinction des larges bandes que découpent des fentes verticales assez rares sur les lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p,\ 0°30' \text{ à } 1° ; \\ \text{A travers } g_1,\ 2° \text{ à } 4°. \end{cases}$$

Les lames p sont mouchetées par de petites taches de microcline quadrillé dont les bandelettes verticales sont sensiblement parallèles à pg^1. Les lames g^1 sont traversées par des inclusions noirâtres, plus ou moins allongées et irrégulières, dirigées approximativement suivant l'arête g^1t, et permettant de reconnaître le sens où se fait l'ex-

lames de microcline ou d'orthose, pénétrées par des filonets d'albite, et elle a une certaine analogie avec le phénomène des gros cristaux de grenat, d'un rouge brun, traversés par des prismes d'idocrase vert foncé, qu'on trouve abondamment disséminés dans un calcaire grenu, gris, du pic Péguère, près *Cauterets* (Hautes-Pyrénées).

tinction. On y rencontre aussi, mais très rarement, la trace de bandelettes hémitropes autour de la grande diagonale de la base, s'inclinant sur cette face de 5° à 6°.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 87°52' \text{ à } 90°50'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* combinées à une dispersion *inclinée* d'autant plus appréciable que les plaques sont plus transparentes.

Autour de la bissectrice obtuse *positive :*

$$2\,H_{o.r.} = 101°10' \text{ à } 102°30'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* à couleurs presque aussi vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

L'analyse a fourni à M. Dirvell :

		RAPPORTS :
Silice	61,84	9,2
Alumine.	24,77	3,2
Chaux.	4,20	1
Magnésie	0,30	
Soude	8,14	
Potasse	0,88	
Perte au feu	0,50	
	100,63	
Densité.	2,65	

Les rapports normaux d'oxygène et la proportion de potasse ne paraissent pas avoir été influencés par la présence des petites inclusions de microcline.

N° 10. Masse laminaire d'un blanc grisâtre, formée par l'enchevêtrement de plusieurs fragments d'orientations variables, à cannelures fines et écartées sur le clivage *p*,

et pénétrée de quartz, de Hyrkslàtt, Finlande. (Envoi de M. Nordenskiöld.)

Angle $pS =$ { 103° à 104°, sur des plaques normales à la bissectrice *positive*.
103°50′, d'après l'extinction des bandelettes verticales, larges ou étroites, très prédominantes, qui constituent, avec d'autres bandelettes assez larges, hémitropes autour d'un axe normal à g^1, les lames perpendiculaires à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$+$ { A travers p, 1°30′ à 2° ;
A travers g^1, 0°30′ à 3°.

Quelques lames p montrent une masse peu homogène, remplie d'inclusions étoilées, dont une partie doit être du quartz ; presque toutes sont parsemées de petites taches de microcline quadrillé.

Dans les lames g^1, les bandelettes hémitropes autour de la grande diagonale de la base et s'inclinant de 4° sur cette face sont assez rares ; mais on y voit presque toujours de nombreuses inclusions éraillées, tantôt s'entrecroisant, tantôt s'alignant suivant une direction qui fait avec l'arête pg^1 un angle d'environ 112°, en sens contraire de l'extinction. On ne sait donc pas au juste si cette extinction se fait *d'avant en arrière* ou *d'arrière en avant*, et l'on a ici un exemple frappant de l'incertitude que j'ai signalée au commencement de mon Mémoire.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 89°40' \text{ à } 91°40'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* un peu plus appréciables dans un système d'anneaux que

dans l'autre, avec opposition entre les couleurs plus ou moins vives qui les caractérisent.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2H_{o.r.} = 89°10' \text{ à } 101°.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* en opposition pour la vivacité de leurs couleurs, combinées à une dispersion *inclinée* assez notable.

N° 11. Belle masse laminaire blanche, à clivages nets suivant p et g^1, assez net suivant m, à cannelures fines sur p, de Nohl en Suède. (Envoi de M. Nordenskiöld.)

Angle $pS =$ { 100° à 101° sur des plaques normales à la bissectrice *positive ;*
101°20' à 50', d'après l'extinction des bandelettes dominantes, parallèles à g^1, qui traversent les lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$+$ { A travers p, 0° à 1° ;
A travers g^1, 3° à 5°.

Les lames basiques renferment de grosses inclusions irrégulières, qui semblent être du quartz. Les lames g^1 sont traversées par des bandelettes à bords éraillés, hémitropes autour de la grande diagonale de la base, s'inclinant sur cette face de 5° à 7° d'avant en arrière, et offrant une extinction simultanée avec celle de la masse. En outre, des inclusions assez irrégulières, orientées à peu près suivant l'arete g^1t, s'obscurcissent vers 20° et appartiennent probablement à de l'albite.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 90°44' \text{ à } 52'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* en accord pour la vivacité de leurs couleurs, plus prononcées dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2H_{o.r.} = 101°40' \text{ à } 58'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* offrant leurs couleurs les plus prononcées dans le même système d'anneaux.

L'angle réel des axes optiques et l'indice moyen ont des valeurs approximatives de :

$$2V_{r.} = 85°6' \quad \beta_{r.} = 1,543.$$

N° 12. Masses laminaires d'un blanc grisâtre, composées de parties irrégulièrement soudées entre elles, dont les unes ont des clivages basiques finement striés parallèlement à pg^1 et les autres des clivages unis. Ces masses, pénétrées de mica noir, et trouvées à Skeppsholmen, près Stockholm, m'ont été envoyées par M. Nordenskiöld.

Angle pS = { 102° à 103°, sur des plaques normales à la bissectrice *positive;*
101° à 102°, d'après l'extinction des lames normales à la bissectrice *négative,* les unes homogènes et sans bandelettes, les autres comprenant deux séries de bandelettes parallèles à g^1.

Angle du plan d'extinction avec l'arête $p\ g^1$.

+ { A travers p, 1° à 1°40' ;
A travers g^1, 2° à 4°.

Les lames p sont souvent pénétrées par de grosses inclusions étrangères qui n'ont pu être déterminées.

Les lames g^1 n'offrent guère que de petites inclusions suivant à peu près la direction de l'arête g^1t et permettant de reconnaître le sens où se fait l'extinction.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.\,r.} = 91°55' \text{ à } 93°18'.$$

Dispersion ordinaire $\rho > v$, et dispersion *horizontale* un peu plus prononcées dans un système d'anneaux que dans l'autre, paraissant offrir leurs couleurs les plus vives en opposition.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.\,r.} = 100°26' \text{ à } 102°.$$

Dispersion ordinaire $\rho < v$, et dispersion *tournante* associées à une dispersion *inclinée* notable.

N° 13. Masse laminaire, blanche dans la cassure, extérieurement d'une teinte verdâtre, faiblement transparente, type du *natronspodumen* de Berzélius, de Danvikszoll, près Stockholm. (Envoi de M. Lindström.)

Les clivages basiques de cette masse offrent des plages irrégulières, unies, soudées à des plages finement cannelées parallèlement à $p\,^1g$; mais il est presque impossible d'isoler les fragments correspondants à ces plages pour en tirer les plaques nécessaires à leur étude séparée.

Angle pS = { 101° à 102°40', sur des plaques normales à la bissectrice *positive ;*
102° à 103°50', d'après l'extinction des bandes claires qui résultent de la division des lames normales à la bissectrice *négative* par des fentes noirâtres parallèles à la base

Angle du plan d'extinction avec l'arête $p\ g^1$:

$$+ \begin{cases} \text{A travers } p,\ 0°30' \text{ à } 1°; \\ \text{A travers } g^1,\ 1° \text{ à } 3°. \end{cases}$$

Les lames p sans cannelures paraissent en général moins homogènes que les lames cannelées; elles sont parsemées de plages grenues, à extinction très imparfaite, et mouchetées par de petites inclusions de microcline quadrillé.

Les lames g^1 offrent une structure assez rare dans l'oligoclase, des plages grenues s'y enchevêtrant avec des plages divisées en une multitude de bandelettes étroites, claires, par des lignes noires légèrement ondulées, parallèles à l'arête $p\ g^1$ (1).

Autour de la bissectrice *obtuse* négative :

$$2\ H_{o.\ r.} = 99°28' \text{ à } 101°28',$$

sur une plaque à clivage basique uni.

Dispersions inappréciables, faute d'une transparence suffisante.

Autour de la bissectrice *aiguë* positive :

$$2\ H_{a.\ r.} = 93°46' \text{ à } 94°52',$$

nombres mesurés aussi sur une plaque à clivage p sans cannelures.

Dispersion ordinaire $\rho < v$, et dispersion *tournante* à couleurs pâles dans les deux systèmes d'anneaux.

L'ancienne analyse de Berzélius, faite sur un échantillon de Danvikszoll, semblable à celui qui m'a été envoyé

(1) Cette structure est surtout commune dans les cristaux *d'andésine* qui sont fréquemment pénétrés par des lames parallèles à la base, soumises à l'hémitropie la plus ordinaire de la péricline.

par M. Lindström et qui provient de la collection de Stockholm, conduit aux rapports peu exacts, mais voisins de ceux du mélange $Ab_6\ An_1$ où $RO : R^2O^3 : SiO^2 = 1 : 3,6 : 10,8$.

Cependant, sauf sa bissectrice *aiguë* qui, exceptionnellement pour un oligoclase de la 3e classe, se trouve être la bissectrice *positive*, cette variété ne possède que des propriétés optiques normales.

N° 14. Masses laminaires d'un blanc grisâtre, pénétrées de quartz, à cannelures rares et très fines sur *p*, faisant partie d'une diorite diallagique d'Oudon, Loire-Inférieure (1).

Angle $pS =$ { 97° environ, sur des plaques normales à la bissectrice *positive;*
96° à 97°50′, d'après l'extinction de bandelettes étroites parallèles à g^1, qui forment la majeure partie des lames normales à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête $p\ g^1$:

$+$ { A travers *p*, 1° à 1°30′;
A travers g^1, 2°30′; 5° à 7°, suivant les plages.

Les lames *p* se composent d'une masse unie pénétré par des plages à structure grenue.

Les lames g^1, à structure peu homogène, sont traversées par des bandelettes très étroites, hémitropes autour de la grande diagonale de la base et faisant avec cette face un angle de 6° à 8° ; elles renferment de nombreuses inclusions de quartz.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\ H_{a.\ r.} = 94°22'.$$

(1) Voir *Bull. Soc. min.*, t. III, décembre 1881.

Dispersion ordinaire faible $\rho > v$, dispersion *horizontale* (?) à couleurs appréciables dans un système d'anneaux, inappréciables dans l'autre.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.\,r.} = 103°8' \text{ à } 46'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* se manifestant par des couleurs assez vives dans un système, très pâles dans l'autre.

En dehors de ses principaux caractères optiques qui sont ceux des oligoclases normaux, cette variété ne présente de particulier que l'inclinaison très faible sur la base de la surface perpendiculaire au plan des axes.

N° 15. Petite masse d'un vert foncé, à lames contournées, faiblement transparentes, à cannelures fines et très rares sur le clivage basique, renfermant des inclusions de microcline rouge quadrillé, des environs de Stockholm. (Collection du Muséum.)

Angle pS = { 90° (?) d'après la mesure directe prise sur une plaque normale à la bissectrice *positive* et d'après l'extinction imparfaite d'une lame normale à la bissectrice *négative;* 102° à 103°, par l'extinction de bandelettes étroites séparées par des fentes fines parallèles à p, sur une autre lame un peu oblique à la même bissectrice.

La véritable orientation du plan des axes reste ici assez incertaine, par suite du peu de transparence de la matière et de l'imperfection des lames plus ou moins bien normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$+\begin{cases} \text{A travers } p,\ 2° \text{ à } 2°30'; \\ \text{A travers } g^1,\ 2° \text{ à } 4°30'. \end{cases}$$

Les inclusions de microcline sont assez irrégulièrement orientées sur les lames p, qui n'offrent que très rarement les bandelettes hémitropes fournissant de bons repères pour la mesure de leur extinction.

Les lames g^1 sont traversées, d'avant en arrière, par des bandelettes très étroites, hémitropes autour de la grande diagonale et faisant avec la base un angle de 4° à 5°; de plus, elles montrent de petits filonets à peu près alignés suivant l'arête g^1t et éteignant vers 10°.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2H_{a.r.} = 87°44' \text{ à } 88°.$$

Dispersions inappréciables, faute de transparence.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2H_{o.r.} = 105°24'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, peu visible, et dispersion *tournante* (?), indéterminable.

N° 16. Petit fragment de cristal exceptionnellement transparent, provenant des laves basaltiques des environs de Geelong, Victoria. (Envoi du Dr Ulrich, professeur à l'Université de Dunedin, Nouvelle-Zélande.)

Clivage basique net, à stries très fines parallèles à l'arête pg^1. Clivages g^1 ondulés et profondément cannelés, par suite de la présence de nombreuses lamelles parallèles à la base, hémitropes autour de sa grande diagonale, comme dans la péricline et dans la plupart des cristaux d'*andésine*.

Angle p S = 97° 34' à 98°, d'après l'extinction suivant deux inclinaisons symétriques, des deux séries de bandes parallèles à la base qui constituent les plaques normales à la bissectrice *négative*.

Ces plaques, même excessivement amincies, ne m'ont offert aucune fente parallèle à g^1 qui permît de s'assurer si

la surface normale au plan des axes optiques tronque l'arête *obtuse* ou l'arête aiguë pg^1. Cette question ne peut pas non plus être résolue avec une entière certitude sur les plaques normales à la bissectrice *positive*, à cause des difficultés qu'opposent à une bonne mesure de l'incidence pg^1 les cannelures des clivages g^1.

La petite quantité de matière que j'ai reçue de M. Ulrich n'a pas permis de songer à une analyse. La densité paraît un peu faible pour un oligoclase *normal* de la 3e classe. M. Damour a en effet trouvé à 18° C. 2,611.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

A travers g^1 6°30′ à 7°.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 56°23' \text{ moyen.}$$

d'où $$2\,E_r. = 87°40'.$$

J'ai trouvé directement $2\,E_r. = 87°48'$.

Dispersion ordinaire assez faible $\rho > v$, dispersion *horizontale* à couleurs presque aussi prononcées dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2H_{o.r.} = 139°46' \text{ moyen.}$$

Dispersion ordinaire $\rho < v$ et dispersion *tournante* à couleurs peu vives dans les deux systèmes.

De tous les plagioclases que j'ai eu l'occasion d'examiner, c'est celui-ci qui m'a offert la plus grande différence entre les écartements autour de ses deux bissectrices (1).

(1) Dans l'andésine d'Espaly, n° 2, qui sera décrite plus loin, l'écartement autour de la bissectrice négative a pu aussi être mesuré dans l'air ; mais il est notablement plus fort que pour l'oligoclase de Victoria.

De ces deux écartements, on peut déduire, comme valeurs approximatives de l'angle réel des axes et de l'indice *moyen :*

$$2V_r. = 65°6' \quad \beta_r. = 1,543.$$

QUATRIÈME CLASSE. *Andésine.*

Plan des axes perpendiculaire à une surface tronquant l'arête obtuse pg^1 et faisant avec la base un angle de 110° à 120°. Parmi les vingt-deux ou vingt-trois échantillons que j'ai examinés, dix-neuf m'ont offert des caractères d'une constance et d'une précision suffisante pour être rangés dans cette classe.

N° 1. Cristaux imparfaits, à surfaces arrondies, ou fragments limpides rappelant l'aspect d'une *sanidine,* à clivages p profondément cannelés parallèlement à pg^1, à clivages g^1 unis et vitreux. Ces fragments sont implantés, avec de gros cristaux d'augite qui renferment intérieurement de longs prismes d'apatite rougeâtre, dans les cavités d'un basalte, à Rochesauve, près Privas, département de l'Ardèche. (Trouvés par M. le comte Bégouen.)

Angle $pS =$ { 118° environ, sur des plaques normales à la bissectrice *positive;*
120°12′ à 46′, d'après l'extinction des bandelettes les plus larges, parallèles à g^1, qui constituent la partie dominante des lames normales à la bissectrice *négative.*

Plan d'extinction se dirigeant d'*arrière en avant* et faisant avec l'arête pg^1 des angles de :

— { A travers p, 2° à 3°;
A travers g^1, 10° environ.

Les lames p sont formées de deux séries de bandelettes

d'épaisseurs peu différentes, dont l'une obéit à la loi ordinaire d'hémitropie de l'albite.

La plupart des lames g^1 sont traversées par de larges bandes colorées et *estompées,* faisant avec pg^1 un angle plus ou moins voisin de 90° ; il en résulte que l'extinction de la masse est imparfaite et ondulée (1).

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 79°22' \text{ à } 81°50',$$
$$\text{d'où, } 2\,E_{r.} = 138°49' \text{ à } 147°33'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* à couleurs presque aussi vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.r.} = 99°30' \text{ à } 100°10'.$$

Par suite de l'épaisseur presque égale des lames directes et des lames hémitropes autour d'un axe normal à g^1, les anneaux sont en général plus déformés dans l'andésine que dans les oligoclases.

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* associée à une dispersion *inclinée* très faible.

L'analyse de M. Damour a fourni :

		RAPPORTS :
Silice	58,71	7,6
Alumine	25,49	2,9
Chaux	9,05	1
Soude	5,45	
Potasse	0,78	
	99,48	
Densité	2,68	

(1) Ces bandes n'existent dans aucune des variétés d'oligoclase que j'ai examinées.

L'andésine de Rochesauve étant essentiellement pure et homogène, ces rapports, très voisins de 1 : 3 : 8 peuvent être regardés comme représentant la composition normale de ce plagioclase.

Les descriptions données dans les pages suivantes montrent que les analyses des variétés les mieux cristallisées conduisent toujours à des rapports semblables et que leur pesanteur spécifique est remarquablement constante.

N° 2. Petit fragment de clivage recueilli en août 1881, avec zircons et saphirs, dans les graviers du haut *Riou Pezéliou,* au-dessus d'Espaly, Haute-Loire.

Angle pS = { 114°30′, sur une plaque normale à la bissectrice *positive ;*
111°30′, d'après l'extinction d'une lame normale à la bissectrice *négative,* à structure homogène et traversée seulement par de rares bandelettes hémitropes, très étroites, parallèles à g^1.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— ? { A travers p, 1° à 2°30′ ;
A travers g^1, 2° à 3°30′.

Les clivages p n'offrent que des cannelures très fines et écartées.

Les lames g^1 ne renferment pas d'inclusions pouvant indiquer le sens où se fait leur extinction ; cependant, sur quelques-unes, elle paraît avoir lieu à l'opposé de l'inclinaison d'un petit nombre de bandelettes étroites, blanchâtres, faisant avec la base un angle d'environ 8°30′.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$2\,H_{a.r.} = 68°58'$, d'où $2\,E_r. = 112°12'$ (1).
J'ai obtenu directement $2\,E_r. = 112°32'$ à 52′.

(1) L'indice de l'huile employée est $n_r. = 1,466$.

La dispersion ordinaire, $\rho > v$, et la dispersion *horizontale* ont, dans l'air comme dans l'huile, des couleurs à peine plus vives dans un système d'anneaux que dans l'autre (1).

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.r.} = 124°44' \text{ à } 125°18'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* combinées à une faible dispersion *inclinée* et offrant leurs couleurs les plus prononcées dans le même système d'anneaux.

En adoptant comme valeurs moyennes de l'écartement autour des deux bissectrices, $2H_a. = 68°58'$ et $2H_o. = 125°1'$, on obtient approximativement :

$$2\,V_{r.} = 55°6' \quad \beta_{r.} = 1{,}543.$$

N° 3. Grains blancs faisant partie d'un granite très friable, qui contient de nombreux cristaux imparfaits de *cordiérite* à axes écartés ($2\,H_{r.} = 90°$) et qu'on trouve *emballé* dans des bombes de téphrite de Denise, près le Puy, Haute-Loire. (Collection du Muséum.)

Angle pS = { 108° à 112° environ, sur une plaque normale à la bissectrice *positive ;*
115° environ, d'après l'extinction d'une lame imparfaitement normale à la bissectrice *négative.* }

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

—? { A travers p, 1° à 3°30' ;
A travers g^1, 9°30' à 11°. }

(1) Cette andésine est le second plagioclase qui m'ait offert des axes optiques assez rapprochés pour permettre facilement la mesure de leur écartement dans l'air autour de la bissectrice *négative*.

Les lames *p* montrent de grosses inclusions formées probablement de quartz.

Certaines lames g^1 sont quelquefois traversées par des bandes *estompées*, s'inclinant sur la base de 16°, dans le même sens que l'extinction; mais aucune inclusion ou aucune cassure ne m'a permis de m'assurer si cette extinction avait lieu *d'arrière en avant*. D'autres se composent de plages homogènes, irrégulièrement accolées à des plages divisées en bandelettes étroites, colorées, parallèles à la base, et probablement hémitropes autour de la grande diagonale de cette face.

Ces bandelettes éteignent les unes à 8°, les autres à 11° de pg^1, par conséquent un peu avant et un peu après les plages unies.

Aucune plaque ne m'a permis de mesurer l'écartement des axes autour de la bissectrice *négative*.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\ H_{o.r.} = 121° \text{ à } 122°40'$$

Cet écartement, remarquablement fort (1), est voisin de celui qui a été trouvé sur la variété précédente n° 2.

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* à couleurs plus vives dans un système d'anneaux que dans l'autre, avec opposition probable des deux genres de dispersion.

N° 4. Grains blancs abondants, assez vitreux, à stries fines sur les clivages *p*, faisant partie d'un granite à cristaux de Cordiérite dont les blocs, empâtés dans une

(1) Le gisement volcanique de l'oligoclase n° 16, de Geelong, des andésines de Rochesauve, d'Espaly et de Denise, permet de penser que ces feldspaths ont été soumis à une température suffisamment élevée pour produire un rapprochement permanent de leurs axes optiques autour de leur bissectrice *négative*, comme dans les sanidines, et un écartement correspondant autour de leur bissectrice *positive*.

téphrite, paraissent moins friables que ceux de la variété n° 3, qui précède. (Recueillis à la Roche-Corneille, près le Puy, Haute-Loire.)

Angle pS = { 115° à 118°, sur une plaque normale à la bissectrice *positive ;*
121°50′ à 123°, d'après l'extinction de lames normales à la bissectrice *négative,* les unes traversées par des bandelettes hémitropes, parallèles à g^1, les autres sans bandelettes.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 1° à 3°30′ ;
A travers g^1, 8° à 10°30′.

Les lames g^1 offrent une structure peu homogène et elles sont souvent remplies d'inclusions noirâtres en forme de losanges plus ou moins réguliers ; quelques-unes se composent de bandes colorées et estompées, hémitropes autour de la grande diagonale de la base, s'inclinant de 5° à 6° sur cette face et éteignant d'une manière imparfaite, les plus étroites vers 7°, les plus larges vers 11° de l'arête pg^1, suivant deux directions opposées (1).

L'écartement des axes n'a pu être mesuré autour de la bissectrice *négative :*

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2\,H_r. = 96°6' \text{ à } 97°10'; \; 106° \text{ environ.}$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* presque aussi marquée dans un système d'anneaux que dans l'autre.

N° 5. Cristaux plus ou moins altérés, fragiles et très fendillés, offrant les formes m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^1 (010), p (001).

(1) Cette disposition paraît toute particulière, et je ne l'ai rencontrée sur aucune autre variété d'andésine.

$a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$,), engagés dans les porphyres de l'Esterel.

Ces cristaux sont pénétrés par de nombreuses lamelles dont les unes offrent l'hémitropie ordinaire de l'albite et les autres celle de la péricline.

Angle pS = { 117° environ, sur une plaque normale à la bissectrice positive; 117°20′ à 118°, d'après l'extinction des bandelettes les plus nombreuses, parallèles à g^1, qui constituent la masse dominante des lames normales à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { à travers p, 2°16′ environ; à travers g^1, 2° à 5°30′ et 7° (1).

Une lame g^1 très mince, dont le contour est formé par les arêtes g^1p, g^1m et $g^1\,a^{1/2}$, se divise en deux parties d'une étendue presque égale, remplies de bandelettes étroites et allongées parallèlement à g^1m dans l'une, à $g^1a^{1/2}$ dans l'autre. L'extinction simultanée de toutes ces bandelettes a lieu vers 7° *d'arrière en avant*.

D'autres lames sont traversées par de larges bandes estompées, à 45° de pg^1; quelques autres le sont par des bandelettes colorées, peu visibles, dirigées d'avant en arrière, à 3° ou 4° de p (2).

(1) Un cristal, offrant intérieurement l'aspect d'une sanidine calcinée, m'a fourni deux lames g^1 où le plan d'extinction et l'arête pg^1 se coupent sous une inclinaison de 9° à 12° ; mais je n'ai pas observé les zones à angles d'extinction variables, signalées par M. Schuster sur les cristaux de Saint-Raphaël.

(2) Ces bandelettes étroites correspondent à celles qu'on rencontre si souvent dans les oligoclases, s'inclinant toujours *d'avant en arrière*, mais faisant avec la base des angles peu constants.

Autour de la bissectrice *négative* :

$$2\ H_r. = 95°40' \text{ à } 96°.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion ***horizontale*** à couleurs presque aussi vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *positive* :

$$2\ H_r. = 95°30' \text{ à } 97°32'.$$

Dispersion ordinaire $\rho < v$, et dispersion ***tournante*** à peine moins prononcées d'un côté que de l'autre.

L'angle réel des axes est si voisin de 90°, qu'il est impossible de dire où se trouve la bissectrice aiguë.

L'analyse de cristaux provenant des porphyres de Fréjus (dens. 2,68) et de Saint-Raphaël, département du Var (dens. 2,678), ont fourni à MM. Rammelsberg et Sipöcz des résultats qui conduisent aux rapports 1 : 3 : 7, 5 et 1 : 3 : 7, 4 identiques avec ceux de l'andésine limpide de Rochesauve dans l'Ardèche.

N° 6. Beaux cristaux d'un vert sombre, dont les formes principales sont *m* $(1\bar{1}0)$, *t* (110), g^2 (130), g^1 (010), ^2g $(1\bar{3}0)$, *p* (001), a^1 $(\bar{1}01)$, $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, $b^{1/2}(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$, i^1 (011), à cannelures fines sur *p*, associés à un orthose d'un vert clair et pénétrés par de la pyrrhotine et par des filons d'une substance micacée noirâtre, de Bodenmais, en Bavière.

Ces cristaux, comme ceux de l'Esterel, sont traversés par des lames dont les unes, parallèles à g^1, obéissent à la loi d'hémitropie ordinaire de l'albite et les autres parallèles à *p*, à celle de la péricline. Il en résulte quelquefois une structure intérieure assez brouillée.

Angle pS = { 112° environ, sur des plaques normales à la bissectrice positive ;
115°50′ à 116°50′, d'après l'extinction des bandelettes dominantes, parallèles à g^1, visibles sur les lames normales à la bissectrice *négative*.

Les lames *négatives* sont ici les seules qui puissent indiquer exactement l'orientation du plan des axes, car, sur des plaques normales à la bissectrice *positive*, il peut paraître centré pour une plage et alternativement trop haut ou trop bas pour d'autres plages, à cause des bandes parallèles à la base, hémitropes autour de la grande diagonale, qui se rencontrent dans ces plages (1).

Angle du plan d'extinction avec l'arête $p\,g^1$:

— { A travers p, 3°16′ à 3°20′ (angle remarquablement fort) ;
A travers g^1, 5° à 7°, 8° à 11°, suivant les plages examinées.

Les lames g^1, outre les bandes obéissant à la loi ordinaire d'hémitropie de la péricline, dont il vient d'être question, en offrent quelquefois d'autres, généralement étroites, qui s'inclinent sur la base de 4° à 5°, d'avant en arrière, comme dans les oligoclases.

Certaines de ces lames, taillées sur des cristaux entiers,

(1) Les axes optiques de l'andésine s'ouvrent dans un plan assez oblique au clivage g^1 pour qu'il se produise des variations notables entre l'angle d'extinction de la masse du cristal et celui des bandes hémitropes qui le traversent parallèlement à la base. Une lame taillée suivant le g^1 dominant coupe, en effet, les tranches extérieures de ces bandes sous une inclinaison de 7°40′, tout en s'inclinant déjà elle-même, selon les variétés, de 64° à 74° sur le plan des axes.

n'ont de transparent et d'homogène que leur centre et une bande, de largeur variable, suivant leur contour extérieur: le reste est parsemé de petites plages irrégulières grenues, grisâtres, à structure brouillée, dont une partie seulement éteint vers 7°, *d'avant en arrière*, et dans lesquelles on distingue quelques filonets dirigés parallèlement à l'arête g^1 t.

L'écartement des axes est excessivement variable, sans doute à cause de la structure complexe des cristaux. Quoique ayant choisi les plaques normales aux deux bissectrices, sur un même échantillon, j'ai trouvé que la bissectrice *aiguë* était tantôt négative, tantôt positive.

Ainsi, j'ai obtenu sur des plaques normales à la bissectrice *négative* :

$$2\,H_r. = \begin{cases} 88°14' \text{ à } 90°50'; \\ 89°32' \text{ à } 91°40'; \\ 100°4' \text{ à } 102°6'; \\ 101°36' \text{ à } 105°36'. \end{cases}$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* à couleurs d'intensités peu différentes dans les deux systèmes d'anneaux.

Sur les plaques correspondantes, normales à la bissectrice *positive* :

$$2H_r. = \begin{cases} 103° \text{ à } 103°40'; \\ 96°2' \text{ à } 96°50'; \\ 90°4' \text{ à } 90°18'; \\ 88°8' \text{ à } 89°12'. \end{cases}$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* ayant leurs couleurs presque aussi vives dans un système que dans l'autre.

Il n'existait jusqu'ici qu'une analyse inexacte et une autre incomplète des cristaux de Bodenmais. En opérant

sur de petits fragments triés avec le plus grand soin et débarrassés de la pyrrhotine par l'eau régale, M. Damour a obtenu :

		RAPPORTS :
Silice	58,16	7,7
Alumine	25,69	3
Chaux	6,48	1
Oxyde ferreux	2,24	
Soude	6,16	
Potasse	0,72	
Perte au feu	0,93	
	100,38	
Densité	2,665	

C'est la composition et la densité d'une andésine normale.

N° 7. Beaux cristaux d'un vert foncé (1), dont les formes les plus habituelles sont : m ($1\bar{1}0$), t (110), g^1 (010), p (001), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $b^{1/4}$ ($\bar{2}\bar{2}1$), à bases p unies ou finement striées parallèlement à pg^1, d'Orijärfvi, Finlande.

Ces cristaux ont la plus grande ressemblance avec ceux de Bodenmais ; comme eux, ils offrent simultanément l'hémitropie ordinaire de l'albite et celle de la péricline, et ils sont engagés dans la pyrrhotine.

Angle pS = { 111°50′ environ, sur des plaques normales à la bissectrice *positive ;*
108° à 109°, d'après l'extinction de la majorité des bandelettes parallèles à g^1, dont une partie est hémitrope autour d'un axe normal à cette face et qui traversent les lames normales à la bissectrice *négative.*

(1) La matière colorante est en général accumulée vers la périphérie des cristaux.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 1°57′ en moyenne ;
A travers g^1, 4° à 7°, 9°, suivant les plages examinées (1).

La structure intérieure est très complexe, comme celle des cristaux de Bodenmais.

Deux lames g^1, taillées sur un cristal entier et limitées par les arêtes $g^1b^{1/4}$, g^1t (à gauche), g^1p, g^1a^1, g^1m (à droite), sont partagées par une ligne sensiblement parallèle aux arêtes g^1t et g^1m en deux plages, l'une droite, l'autre gauche. Dans celle de droite se voient quelques bandelettes étroites, suivant la direction g^1m. Ces deux plages sont d'ailleurs divisées en couches à peu près parallèles à la base (leurs bords opposés forment des coins très effilés de 0°30′ à 1° d'ouverture), les unes étroites, grisâtres, éteignant à 6° ou 7° de pg^1, les autres plus larges et plus claires, éteignant vers 9°, toutes d'*arrière en avant*.

Une partie du contour est occupé par des inclusions assez étendues, irrégulières, fibreuses, grises, dont l'extinction imparfaite a lieu vers 3° d'*avant en arrière* (2).

L'écartement des axes, quoique encore très variable, l'est un peu moins que dans les cristaux de Bodenmais. Sur plusieurs plaques *positives* et *négatives*, dont quelques-unes ont été extraites d'un même cristal, j'ai trouvé :

Autour de la bissectrice *négative :*

(1) M. Gylling a indiqué : 1° à 1°30′ à travers p, 8°40′ à 9°30, à travers g^1. (Geol. Förening. de Stockholm, tom. VII, n. 85, janvier 1884.)

(2) Les contours des lames gt ne présentant aucun angle rentrant, ces inclusions fibreuses, vu le sens de leur extinction, pourraient appartenir à de l'oligoclase, car, en lumière convergente, elles paraissent presque normales au plan des axes, tandis que les couches parallèles à p lui sont très obliques.

2 H_r. = 91°20′ à 91°38′; 92°20′; 93°20′ à 93°56′; 94°44′.

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* à couleurs plus vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *positive :*

2H_r. = 89°30′ à 91°38′; 92°16′ à 92°38′; 93°12′ à 93°16′; 95°20′ à 98°48′; 98°10′ à 99°22′; 100° à 104°8′.

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* associées à une dispersion *inclinée* faible.

L'angle réel des axes est très voisin de 90°; cependant, la bissectrice *négative* paraît quelquefois être celle de l'angle aigu.

M. Gylling a obtenu, pour la composition des cristaux d'Orijärfvi.

		RAPPORTS :
Silice	57,37	7
Alumine	26,25	2,8
Chaux	8,09	1
Soude	7,96	
Perte au feu	0,70	
	100,37	

N° 8. Cristaux d'un vert sombre, analogues à ceux de Bodenmais et d'Orijärfvi, mais généralement plus aplatis suivant la base, engagés comme eux dans la pyrrhotine, et offrant, d'après M. Wiik, les formes *m* (1$\bar{1}$0), *t* (110), g^1 (010), *p* (001), a^1 ($\bar{1}$01), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1); de Tilasinwuori, Finlande. (Envoi de M. Nordenskiöld.)

Ces cristaux sont aussi pénétrés par des lames dont les unes sont soumises à la loi d'hémitropie ordinaire de l'albite et les autres à celle de la péricline ; leur structure

intérieure ressemble beaucoup à celle des cristaux d'Orijärfvi.

Angle pS = { 108° à 109°, sur des plaques normales à la bissectrice *positive ;*
108° à 108°30′, d'après l'extinction de la série dominante des bandelettes parallèles à g^1 dont se composent les lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 0° à 3° ;
A travers g^1, 3° à 4°30′ (3° à 4°, Wiik.)

Les lames g^1, découpées en larges bandes parallèles à la base, dont quelques-unes appartiennent au cristal dominant, tandis que les autres obéissent à la loi d'hémitropie de la péricline, comme il a été dit plus haut, sont traversées par de nombreuses bandelettes étroites, hémitropes autour de la grande diagonale, qui s'inclinent sur p de 4° à 5° d'*avant en arrière.* En outre, elles sont souvent pénétrées par des inclusions fibreuses, à structure brouillée, analogues à celles que j'ai signalées dans les cristaux de Bodenmais et d'Orijärfvi et dont l'extinction, assez imparfaite, se fait à 4° ou 6°, d'*avant en arrière.*

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2H_r. = 94° \text{ à } 96°.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* à couleurs un peu plus prononcées dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2H_r. = 97°20' \text{ à } 50' ; 99°10' \text{ à } 100°54'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* associées à une faible dispersion *inclinée*.

Ici, la bissectrice *négative* paraît être celle de l'angle *aigu* des axes optiques.

M. Wiik a trouvé comme composition :

			RAPPORTS :
Silice	58,39		8,8
Alumine. . .	26,68		3,5
Chaux. . . .	5,63		1
Soude	7,69	(différence)	
Perte au feu.	1,61		
	100,00		
Densité.	2,65 à 2,69.		

N° 9. Masses laminaires rougeâtres, de Château-Richer, Canada.

Angle $pS = 108°$ à $110°$, sur des plaques normales à la bissectrice obtuse *positive*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

$$- \begin{cases} \text{A travers } p,\ 1° \text{ à } 3°; \\ \text{A travers } g^1,\ 6° \text{ à } 8°. \end{cases}$$

Des fentes courtes ou de petites inclusions grisâtres, parallèles à l'arête à g^1 t, qui traversent les lames g^1, permettent de s'assurer que ces lames éteignent d'*arrière en avant*.

La bissectrice *négative* est probablement celle de l'angle *aigu* des axes optiques; mais on n'a pu s'en assurer directement, faute de plaques normales à cette bissectrice.

Autour de la bissectrice *positive* :

$$2H_r. = 97°41'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* un peu plus marquées dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Deux analyses, l'une par Sterry Hunt (dens. 2,668), l'autre par Franke, conduisent aux rapports 1 : 3,3 : 8,6 et 1 : 3,7 : 7,6.

N° 10. Masses blanches, peu transparentes, composées de lames irrégulièrement enchevêtrées et mélangées de quartz, de sphène et de fines aiguilles de hornblende, de Francheville, Rhône. (Collection de M. Damour.)

Angle pS = { 110° à 112° (?) sur des plaques normales à la bissectrice *positive;*
117° à 118°50′, d'après l'extinction des bandelettes prédominantes, les unes parallèles à g^1, les autres parallèles à p, qu'on rencontre sur les lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 3° environ ;
A travers g^1, 10° à 12°.

La plupart des lames g^1 sont divisées en larges bandes claires, parallèles à la base, par des bandelettes étroites, grisâtres, souvent irrégulières, dont quelques parties restent sans extinction, tandis que d'autres parties éteignent vers 10° ou 12° de pg^1, d'*avant en arrière,* par conséquent, à l'inverse des bandes larges (1). Il est probable que les bandes larges appartiennent au cristal dominant, tandis que les plus étroites sont hémitropes autour de la grande diagonale.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2H_r. = 94°23' ; 95°24' \text{ à } 30'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale*

(1) C'est le phénomène que j'ai signalé dans les cristaux d'Orijärfvi et de Tilasinwuori.

peu marquées, par suite de la faible transparence des plaques employées.

Autour de la bissectrice *positive :*

$2H_r. = 84°30'$ à $85°40'$; $86°24'$ à $87°32'$; $88°36'$ à $89°30'$; $90°18'$ à $91°14'$; $93°10'$ à $94°50'$.

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* à couleurs un peu plus vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Comme on le voit, les mesures prises sur différentes plaques sont très variables, à cause de la déformation des anneaux due à la présence des lames hémitropes parallèles à g^1; cependant, c'est la bissectrice *positive* qui paraît être celle de l'angle aigu des axes optiques.

Une ancienne analyse de M. Damour, rapportée dans mon *Mémoire sur les propriétés optiques des quatre principaux feldspaths tricliniques* (1), m'avait fait regarder le plagioclase de Francheville comme un oligoclase; mais cette analyse avait évidemment été faite sur un échantillon pénétré par des grains de quartz. Convaincu, par l'étude détaillée des caractères optiques et par le chiffre élevé de la densité, qu'on devait avoir affaire à une véritable andésine, j'ai prié M. Damour de reprendre son analyse et, en opérant sur des fragments soigneusement triés, il est en effet arrivé aux résultats suivants :

		RAPPORTS :
Silice	57,23	7,7
Alumine	27,60	3,2
Chaux	6,52	1
Soude	7,89	
Potasse	0,38	
Perte au feu	0,90	
	100,52	
Densité	2,68	

(1) *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. IV, 1875.

N° 11. Petites masses teintées de rose, à structure largement saccharoïde, offrant des lames irrégulièrement enchevêtrées, à clivage p finement cannelé parallèlement à pg^1, à clivage g^1 courbe et d'un éclat gras, de la vallée de Marmagne (Saône-et-Loire). (Collection de M. Damour.)

Angle pS = { 103° à 104° (?), sur des plaques normales à la bissectrice *positive;*
107° à 108°, d'après l'extinction des bandelettes qui forment la masse dominante des lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 0°30′ à 0°40′;
A travers g^1, 3° à 5°.

Les lames g^1 offrent des bandes hémitropes, parallèles à p, assez irrégulières, et de nombreuses plages enchâssées dans la masse, qui éteignent vers 5° ou 7° de pg^1, *d'avant en arrière.* En outre, quelques filets ondulés, suivant à peu près la direction g^1t, paraissent appartenir à de l'*albite.*

Autour de la bissectrice *aiguë* positive :

$$2H_{a.r.} = 94°6'; 95°8' \text{ à } 95°50'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* à couleurs pâles, d'intensités presque égales dans les deux systèmes d'anneaux.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2H_{o.r.} = 100°38' \text{ à } 102°32'; 104°36' \text{ à } 106°30'; 107°24' \text{ à } 108°50'; 109°50' \text{ à } 110°18'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* assez peu prononcées, à cause de la faible transparence des plaques observées.

Ces nombres sont encore très variables ; cependant, on ne peut guère douter que la bissectrice de l'angle *aigu* des axes ne soit la bissectrice négative.

L'ancienne analyse de M. Damour, citée dans mon *Mémoire sur les propriétés optiques*, etc., de 1875 (dens. = 2,67), conduit aux rapports 1 : 2,9 : 6,6 qui paraissent annoncer, comme je l'ai dit autrefois, que la substance a subi un commencement d'altération.

N° 12. Masse laminaire blanche, à lames plus larges et moins irrégulièrement enchevêtrées que celles de la variété précédente, offrant des clivages basiques à cannelures très fines et des clivages g^1 assez unis ; de Marmagne. (Collection de M. Damour.)

Angle $pS =$ { 105° à 108° (?) sur des plaques normales à la bissectrice *posttive ;*
114° à 116°, d'après l'extinction des bandelettes étroites parallèles à g^1, dominantes, et des bandes larges parallèles à p, dont se composent les lames normales à la bissectrice *négative :*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 2°30′ à 3° ;
A travers g^1, 10° à 12°.

Ces valeurs sont notablement plus fortes que celles de la variété précédente, n° 11.

Les lames g^1 offrent souvent une structure brouillée et des fentes noirâtres dessinant des losanges, dont un côté est à peu près parallèle à l'arête $g^1\ t$, tandis que l'autre fait avec pg^1 un angle d'environ 60°. Leur masse principale

éteint *d'arrière en avant;* mais, des plages grisâtres qui les traversent ont leur extinction d'avant en arrière à 10° environ de $p\ g^1$.

Autour de la bissectrice *négative*.

$2H_r. = 103°$ environ (hyperboles brouillées; mesure incertaine).

Dispersions inappréciables, faute de transparence.

Autour de la bissectrice *positive :*

$2H_r. = 89°44'$ à $90°40'$; $92°32'$ à $93°10'$; $94°20'$ à $95°42'$; $99°$ à $102°$.

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* à couleurs peu visibles.

Les variations d'écartement qui résultent de l'imperfection des anneaux, visibles dans l'huile, n'ont pas permis de reconnaître quelle était la bissectrice *aiguë*.

Cette variété, quoique provenant de Marmagne, comme la précédente, en diffère notablement par l'orientation du plan de ses axes optiques et par ses angles d'extinction à travers les lames p et g^1.

N° 13. Deux gros cristaux entés l'un sur l'autre, offrant les formes m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^2 (130), g^1 (010), p (001), d'un rose pâle à l'extérieur, incolores ou blancs dans la cassure, pénétrés d'amphibole vert foncé, d'épidote d'un vert clair et de calcaire rose, d'Arendal.

Les bases sont unies et miroitantes ; les faces t (110) portent des stries parallèles à leur intersection avec g^1 (010). Sur les clivages basiques, on voit des enchevêtrements de plages diversement orientées, les unes finement cannelées parallèlement à pg^1, les autres sans cannelures.

Angle $pS =$ { 107° environ, sur des plaques normales à la bissectrice *positive*.
107°50′, d'après l'extinction des bandelettes parallèles à g^1, qui forment la partie dominante des lames normales à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 1°20′ à 1°50′ ;
A travers g^1, 4° à 5°.

Dans les lames g^1, on trouve à la fois des bandes assez larges, parallèles à la base, et d'autres, plus étroites, faisant avec cette face un angle de 5° à 6°, d'avant en arrière, toutes hémitropes autour de la grande diagonale. Au milieu de la masse principale qui éteint *d'arrière en avant,* se trouvent des plages, souvent très étendues, éteignant à 4° environ de pg^1, *d'avant en arrière* (1).

Autour de la bissectrice *négative :*

$2H_r.$ = 90°20′ à 58′; 91°14′ à 92°24′; 93° à 94°; 95°20′ à 96°50′.

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* faiblement développées.

Autour de la bissectrice *positive :*

$2H_r.$ = 94°8′ à 95°4′; 96°30′ à 97°52′; 98°30′ à 99°56′; 100° à 101°20′; 103°.

(1) Dans quelques-unes des lames g^1 que j'ai examinées, la proportion relative des plages à extinction contraire se trouve renversée et ce sont celles où cette extinction a lieu dans le sens de l'oligoclase qui ont la plus grande étendue. Le mélange que j'ai signalé en décrivant les cristaux d'Orijärfvi se présente donc ici avec un développement remarquable.

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* à couleurs un peu plus vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Quoique l'écartement des axes dans l'huile soit quelquefois à peine différent autour des deux bissectrices, il paraît très probable que la bissectrice *négative* est celle de leur angle *aigu*.

N° 14. Petites masses laminaires formées d'une succession de couches parallèles à la base, d'environ un demi-millimètre d'épaisseur, alternativement limpides et d'un blanc mat, associées à un microcline blanc, de Coromandel. (Collection du Muséum.) Ces couches se dessinent d'une manière très nette sur les clivages g^1.

Angle pS = { 108° environ, sur des plaques normales à la bissectrice *positive;*
108° à 112°, d'après l'extinction des deux séries de bandes parallèles à la base, les unes directes, les autres hémitropes autour de la grande diagonale de cette face, qui constituent les lames normales à la bissectrice *négative*.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 1°30′ à 2°;
A travers g^1, 2° à 3° et 4° à 5°,

suivant que l'examen porte sur la série des bandes directes, parallèles à la base, appartenant au cristal dominant, ou sur celle qui a subi l'hémitropie ordinaire de la péricline (1).

(1) Ici, comme pour l'andésine n° 6 de Bodenmais, ces inégalités dans l'angle d'extinction s'expliquent par les différences notables que présente l'obliquité du plan des axes par rapport aux deux séries de bandes parallèles entre elles, coupées par le clivage g^1 de la masse dominante.

Quelques petites plages des bandes les plus étroites et les moins transparentes éteignent vers 2° ou 3°, *d'avant en arrière*. Les bandes larges et transparentes offrent un petit nombre de cassures et des traits déliés, noirs, à peu près parallèles à l'arête g^1t; les bandes grisâtres sont au contraire sillonnées par des inclusions foncées, assez larges, s'allongeant suivant une direction qui fait avec la base un angle d'environ 37°; cette direction se rapproche de celle de la forme $a^{3/2}$ de l'anorthite, déjà citée sur l'oligoclase anomal n° 2, de Mineral Hill (2e classe).

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2H_r. = 93°52'; 94°14' \text{ à } 34'; 95°18'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* paraissant en opposition pour le système d'anneaux qui présente les couleurs les plus vives, à 45° et à 90° du plan de polarisation.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2H_r. = 97°36'; 99°22'.$$

Malgré la petite différence d'écartement que les axes optiques présentent autour des deux bissectrices, celle de leur angle *aigu* paraît être la *négative*.

Une analyse de M. Dirvell a donné :

		RAPPORTS :
Silice	61,32	8,2
Alumine	25,30	2,9
Chaux	6,50	1
Magnésie	trace	
Soude	6,30	
Potasse	1,19	
Perte au feu	0,50	
	101,11	
Densité	2,678	

Les proportions un peu fortes de silice et de potasse. indiquées par l'analyse, sont peut-être dues au mélange d'une petite quantité de microcline; cependant celui dont j'ai signalé plus haut l'association ne m'a pas paru se montrer sous forme d'inclusions dans les lames p ou g^1.

N° 15. Belles masses laminaires blanches, faiblement transparentes, à fortes cannelures sur la base, de Moss en Norwège. (Exposition de 1878.)

L'orientation exacte du plan des axes n'a pu être déterminée, faute d'une transparence suffisante dans les plaques ou les lames minces normales aux deux bissectrices. Il m'a seulement été possible de constater sur des lames minces g^1, examinées au microscope Bertrand en lumière convergente, que ces lames sont très obliques au plan des axes.

Angle du plan d'extinction avec l'arête $p\ g^1$:

— { A travers p, 2°30′ environ;
A travers g^1, 1° à 2°.

Les lames p et les lames g^1 sont souvent pénétrées par des inclusions étoilées, plus ou moins nombreuses, sans extinction ou à extinction très imparfaite.

Les lames g^1, presque toujours divisées en bandes de largeurs différentes formant deux séries parallèles à la base, dont l'une obéit à la loi ordinaire d'hémitropie de la péricline, sont en outre traversées par les bandelettes hémitropes étroites, s'inclinant sur p de 5° à 6°, si fréquentes dans les oligoclases. De plus, des filonets assez irréguliers, approximativement parallèles à l'arête g^1t, et éteignant eux-mêmes à 5° ou 7° de pg^1, d'*avant en arrière*, permettent de constater l'existence de plages à extinction de sens contraires (— et + de M. Schuster.)

M. Dirvell a trouvé :

		RAPPORTS :
Silice	59,40	7,5
Alumine	24,20	2,7
Chaux	6,20	1
Magnésie	0,25	
Soude	9,60	
Perte au feu	1,20	
	100,85	
Densité	2,67	

N° 16. Petites masses laminaires d'un vert sombre, à cannelures très prononcées sur le clivage basique, associées à un orthose rose, dans un granite de l'île Degeröe, Finlande. (Recueillies en 1868.)

Angle $pS =$ { 106° (?) environ, sur des plaques normales à la bissectrice *positive ;*
111°20′ à 112°50′, d'après l'extinction des bandelettes parallèles à g^1 qui forment la masse dominante des lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 1° à 2° ;
A travers g^1, 3° à 4°.

Les lames g^1 offrent à la fois quelques bandelettes hémitropes faisant avec la base un angle d'environ 4°, de longues fentes éraillées, à 35° de cette face, sensiblement parallèles à la forme $a^{3/2}$ ($\bar{2}03$) et quelques fentes noires, courtes, indiquant la direction de l'arête g^1t. Quelques plages peu étendues éteignent vers 2° ou 3°, d'*avant en arrière*, en sens inverse de la masse principale.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2H_{a.r.} = 92°34' ; 93°24' ; 97°14' \text{ à } 50' ; 100°48'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* faiblement indiquées.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2H_{o.r.} = 101°50' ; 103°26' \text{ à } 40' ; 105°18' \text{ à } 106°30'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* à couleurs un peu plus prononcées dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Comme dans toutes les andésines, la mesure de l'écartement des axes conduit à des nombres variables et assez incertains, par suite de la structure complexe des plaques normales aux deux bissectrices; celle de l'angle *aigu* paraît pourtant ici être la bissectrice *négative*.

N° 17. Gros cristal blanc, *m* (1$\bar{1}$0), *t* (110), g^1 (010), *p* (001), pénétré par de très nombreuses lames parallèles à g^1 et à *p*, obéissant aux deux lois ordinaires d'hémitropie de l'albite et de la péricline, de Krageröe en Norwège. (Collection Pisani.)

Clivages : très net et un peu nacré suivant la base, avec fortes cannelures parallèles à l'arête pg^1, moins facile et vitreux suivant g^1.

Angle *p*S = { 114° environ, sur des plaques normales à la bissectrice *positive ;*
111° à 113°30', d'après l'extinction, suivant deux directions symétriques et opposées. des deux séries de bandes parallèles à la base qui constituent les plaques normales à la bissectrice *négative ;* l'une des séries se compose des lames soumises à l'hémitropie de la péricline.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 1°36′ à 3° ;
A travers g^1, 2°30′ et 7° environ, suivant la série à laquelle appartiennent les bandes examinées.

Les lames g^1 que j'ai examinées se composent de deux séries de bandes parallèles à la base, les unes assez larges, grisâtres, où le plan des axes paraît trop bas, dans l'air, les autres plus étroites, claires, où ce plan paraît trop haut; les premières doivent appartenir aux lames hémitropes autour de la grande diagonale et, comme je l'ai déjà signalé plusieurs fois dans divers échantillons d'andésine, leur angle d'extinction diffère notablement de celui des bandes qui font partie du cristal dominant. Quelques fentes noires à peu près parallèles à l'arête $g^1 t$ permettent de s'assurer que l'extinction a lieu d'*arrière en avant*.

Autour de la bissectrice *négative :*

$$2H_r. = 86°30' ; 93°22' ; 98°44'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* faiblement indiquées, par suite du peu de netteté des anneaux.

Autour de la bissectrice *positive :*

$$2H_r. = 85°58' ; 90° \text{ à } 91° ; 96°50' \text{ à } 97°58' ; 101°22' \text{ à } 104°.$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, assez faible ; dispersion *tournante* à couleurs presque aussi prononcées dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Ici, comme dans la plupart des cristaux d'andésine, l'écartement des axes est encore très variable autour des deux bissectrices, avec des résultats généralement si

voisins les uns des autres, qu'on ne peut pas affirmer quelle est la bissectrice de l'angle *aigu*.

N° 18. Petite masse blanche, laminaire, à cannelures fines sur le clivage basique, du Groënland. (Collection de la Sorbonne.)

Angle $pS =$ { 110°50′ à 111°20′, d'après l'extinction, suivant deux directions symétriques et opposées, faisant entre elles un angle de 34° à 35°, des deux systèmes de bandes parallèles à g^1 dont se composent les lames normales à la bissectrice *négative*.

L'orientation du plan des axes n'a pu être déterminée exactement sur les plaques normales à la bissectrice *positive*, parce qu'il m'a été impossible de les débarrasser, d'une manière suffisante, des lames hémitropes qui les traversent parallèlement à g^1.

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 1°30′ à 2° ;
A travers g^1, 2° à 3°30′.

Les lames p et g^1 ont une structure assez brouillée ; les premières contiennent de nombreuses inclusions étoilées, à extinction nulle ou imparfaite ; les secondes sont traversées par de petites fentes noirâtres, sensiblement parallèles à l'arête g^1t et par de larges bandes estompées, semblables à celles que j'ai citées dans l'andésine n° 3, dont le déplacement rend l'extinction plus ou moins ondulée.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 88°8' \text{ à } 30'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho > v$, et dispersion *horizontale* à couleurs à peine plus vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.r.} = 101°12' \text{ à } 104°.$$

Dans cette variété, l'écartement des axes optiques s'est montré assez constant et la bissectrice *négative* paraît bien être celle de leur angle *aigu*.

N° 19. Masse saccharoïde à gros grains, d'un blanc grisâtre, mélangée de mica noir, de Ceylan. (Collection du Muséum.)

Angle $pS =$ { 107 à 108° environ, sur des plaques normales à la bissectrice *positive ;*
111° à 113°50', d'après l'extinction des bandes les plus larges, parallèles à g^1, qui forment la série dominante dans les lames normales à la bissectrice *négative.*

Angle du plan d'extinction avec l'arête pg^1 :

— { A travers p, 1°40' à 2° ;
A travers g^1, 1° à 2°.

Les lames g^1, comme celles des andésines n° 14 et n° 17, de Coromandel et de Krageröe, sont divisées en deux séries de couches alternantes. parallèles à la base, par des lames, hémitropes autour de la grande diagonale, traversant la masse dominante. De plus, de petites fentes noires y indiquent la direction de l'arête g^1t.

Autour de la bissectrice *aiguë* négative :

$$2\,H_{a.r.} = 88°30' \text{ à } 89°24' ;\ 93°18'.$$

Dispersion ordinaire, $\rho >$, $v$faible; dispersion *horizontale* à couleurs presque aussi vives dans un système d'anneaux que dans l'autre.

Autour de la bissectrice *obtuse* positive :

$$2\,H_{o.r.} = 102°50' \text{ environ.}$$

Dispersion ordinaire, $\rho < v$, et dispersion *tournante* offrant des couleurs d'intensités presque égales dans les deux système d'anneaux.

IMPRIMERIE PAUL BOUSREZ, 5, RUE DE LUCÉ, TOURS.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE

ANNÉE 1884. — BULLETIN N° 8

Compte rendu de la séance du 13 novembre 1884

PRÉSIDENCE DE M. CORNU.

M. le Président annonce quatre présentations.

Il fait part de la perte de M. TH. BUREAU, architecte, directeur de l'École industrielle de Gand et professeur suppléant à l'Université de cette ville.

M. JANNETTAZ présente une brochure de M. H.-A. MIERS, sur l'hémiédrie plagièdre dans la cuprite.

M. FOUQUÉ présente à la Société deux mémoires :

1° de M. R. BRÉON, sur la géologie de l'Islande ;

2° de M. ZUJOVIC, sur les roches des Cordillères.

M. K. DE KROUSTCHOFF adresse la note complémentaire suivante :

« Dans la roche de Beucha, j'ai depuis reconnu avec certitude la présence d'*anatase* et de Brookite en quantité extraordinaire ; je me propose de communiquer une note à ce sujet à la première séance de la Société. »

M. CORNU donne lecture de la lettre suivante :

Lettre de M. Ch. Soret, professeur à l'Université de Genève, à M. Cornu.

« Genève, 7 novembre 1884.

Monsieur,

« Le *Bulletin de la Société minéralogique* que je viens de recevoir contient une note fort intéressante de M. de Gramont, où ce savant, après avoir reconnu que les cristaux de sulfate de magnésie et de cobalt présentent non pas des phénomènes pyroélectriques, mais seulement des phénomènes thermoélectriques, émet, en passant, l'idée que dans les hémiédries non superposables, les deux structures conjuguées ont peut-être des signes thermoélectriques différents.

« Cette hypothèse est séduisante, et m'a déjà souvent préoccupé à l'occasion des phénomènes assez paradoxaux que présentent la pyrite et la cobaltine, et qui paraissent inexplicables par la symétrie apparente de ces minéraux.

« Mais, d'autre part, si la supposition de M. de Gramont se vérifiait, il en résulterait une conséquence assez étrange, qui me semble donner à cette question une importance particulière. Dans tout système enantimorphe, les deux hémièdres conjugués sont symétriques l'un de l'autre par rapport à un plan; on pourrait donc les juxtaposer de façon que la surface de contact fût un plan de symétrie du système. Si, conformément à l'hypothèse de M. de Gramont, ce système se trouvait constituer une pile thermoélectrique, les phénomènes *quelconques* produits dans les deux cristaux par l'échauffement du plan de contact devraient forcément être symétriques par rapport à ce plan. Il en résulterait qu'un courant électrique devrait consister en un mouvement symétrique, par rapport à un

plan normal au courant; mouvement qui se trouverait d'ailleurs défini presque sans ambiguïté par les faits connus de l'identité du courant en ses divers points, et de la non-superposabilité des deux extrémités.

« Il en résulterait, de plus, qu'un potentiel négatif serait symétrique, par rapport à un plan, d'un potentiel positif, ce qui n'a guère de sens dans les théories actuelles, où, comme Maxwell le dit expressément en maint endroit de son livre, le potentiel est toujours considéré comme une quantité *scalaire,* qui ne dépend pas d'une direction dans l'espace, et qui ne peut varier qu'en grandeur.

« Une relation entre la thermoélectricité et l'hémiédrie non superposable impliquerait donc une interprétation nouvelle de la notion du potentiel électrique; interprétation qui est sans doute possible, et qui, bien probablement, s'imposera par d'autres raisons dans un avenir plus ou moins rapproché, mais que la relation en question aurait l'immense intérêt de rendre immédiatement nécessaire, tout en indiquant peut-être la voie à suivre.

« Si ces remarques vous paraissent offrir quelque intérêt, et si elles n'ont pas encore été faites, je vous serais reconnaissant de bien vouloir faire part de ma lettre à la Société minéralogique. « CH. SORET. »

M. ÉMILE BERTRAND présente la note suivante :

Sur différents prismes polarisateurs,

par M. ÉMILE BERTRAND.

On sait que dans le prisme de Nicol ou dans le prisme de Prazmowski, un rayon lumineux pénétrant dans le

spath se divise en deux ; le rayon ordinaire éprouve la réflexion totale sur la couche de baume du Canada ou d'huile de lin, et le rayon extraordinaire continue son chemin. Le champ intérieurement, dans le prisme de Prazmowski, est d'environ 26°. En passant dans l'air, les rayons polarisés s'écartent, et le champ atteint environ 35°.

PRISME POLARISATEUR EN FLINT-GLASS AVEC CLIVAGE DE SPATH.

En prenant un prisme de flint-glass d'indice = 1,658, coupant ce prisme suivant un plan faisant un angle de 76° environ avec les faces terminales, et recollant les deux moitiés du prisme avec une substance d'un indice = 1,658 ou supérieur, en plaçant entre les deux morceaux du prisme une lame mince de clivage de spath, on obtient un prisme polarisateur de même longueur que le prisme de Prazmowski, mais dont le champ dans l'air dépasse 44°. Le clivage de spath doit être placé de telle sorte que son axe optique soit sensiblement parallèle aux faces terminales du prisme. Un rayon de lumière naturelle pénétrant dans ce prisme et arrivant à la lame de spath ne peut traverser cette lame qu'en se divisant en deux rayons. Le rayon ordinaire seul traversera la lame si l'inclinaison est convenable, et c'est ce qui a lieu si la section fait avec les faces terminales du prisme l'angle de 76°, comme il a été dit plus haut. Le champ est intérieurement de 26° environ comme dans le prisme de Prazmowski, mais comme ici c'est le rayon ordinaire qui sort, et non plus le rayon extraordinaire, l'écartement en passant dans l'air est plus grand, puisque l'indice ordinaire 1,658 est plus grand que l'indice extraordinaire 1,486. Le champ extérieur dépasse alors 44°.

PRISME POLARISATEUR EN CROWN-GLASS ET LAME DE NITRE, OU EN FLINT-GLASS ET LAME D'AZOTATE DE SOUDE.

On peut remplacer dans le prisme précédent le clivage de spath par une lame de nitre ou par une lame d'azotate de soude. Si on emploie une lame de nitre, le crown doit avoir un indice = 1,50, le plan de section doit faire un angle de 75° avec les faces terminales du prisme, et la lame de nitre doit être taillée suivant la face g^1 ou la face e^1. Le tout est collé avec du baume du Canada, soit pur, soit dissous dans le chloroforme. On obtient un prisme dont le champ dans l'air atteint presque 42°. La lame de nitre doit être placée de telle sorte que la bissectrice aiguë soit à peu près parallèle aux faces terminales du prisme.

Avec l'azotate de soude, le flint doit avoir un indice de 1,586, la section doit faire un angle de 74° avec les faces terminales du prisme, la lame d'azotate de soude, taillée suivant la face p du rhomboèdre, doit être placée de façon que son axe optique soit sensiblement parallèle aux faces terminales du prisme. Le tout est collé avec une substance d'indice = 1,588 ou supérieur. On obtient ainsi un prisme dont le champ dans l'air atteint presque 53°.

PRISME POLARISATEUR EN SPATH AVEC LAME DE VERRE.

On taille un prisme de spath de façon que les faces terminales soient à peu près parallèles à l'axe optique, on fait une section faisant avec ces faces un angle de 76 à 77°, et on recolle les deux parties avec du baume du Canada en plaçant entre elles une lame de verre d'indice aussi voisin que possible de 1,483. On obtient un prisme semblable comme longueur et comme champ au prisme de

Prazmowski, avec cet avantage qu'il n'entre pas d'huile de lin dans sa construction. Un prisme à l'huile de lin ne peut être employé aussitôt après sa construction, il faut attendre assez longtemps pour que l'huile soit durcie, et le collage ne vaut jamais celui que l'on obtient avec le baume du Canada. Quelquefois l'huile jaunit avec le temps, et si le prisme est échauffé, par exemple dans les appareils de projection, il se décolle facilement. Ces inconvénients sont évités en employant, comme je l'indique, une lame de verre très mince, et du baume du Canada.

PRISME POLARISATEUR EN SPATH AVEC LAME DE NITRE, OU D'AZOTATE DE SOUDE.

On taille un prisme de spath dont les faces terminales sont sensiblement parallèles à l'axe optique, on le coupe suivant un plan faisant 72° avec ces faces, et on recolle les deux parties avec du baume du Canada, en y intercalant une lame mince de nitre, ou d'azotate de soude, de façon que l'axe optique de l'azotate de soude, ou la bissectrice aiguë du nitre, soit sensiblement perpendiculaire à l'axe optique du spath et parallèle aux faces terminales du prisme. La lame d'azotate de soude doit être taillée suivant la face p du rhomboèdre, la lame de nitre suivant l'une des faces g^1, h^1 ou e^1. On obtient ainsi un prisme plus court que tous les précédents, et dont le champ dans l'air dépasse 55°. L'augmentation du champ tient à ce que. dans ce prisme, le rayon ordinaire du spath dont l'indice est : 1,658, en arrivant sur la lame de nitre, ou d'azotate de soude, dont l'indice extraordinaire est voisin de 1,33, éprouve la réflexion totale. Le rayon extraordinaire du spath traverse la lame et continue son chemin. On a donc un angle de réflexion totale plus grand que dans les cas précédents, puisque la différence des indices des deux

milieux au contact desquels la réflexion totale a lieu est plus grande que dans les prismes précédemment décrits.

PRISMES POLARISATEURS A DEUX SECTIONS

On peut augmenter considérablement le champ en faisant deux sections symétriques par rapport à l'axe du prisme. Ce mode de construction peut s'appliquer à toutes les combinaisons citées plus haut. Dans ces prismes à deux sections, l'angle de chacune des sections avec l'axe du prisme doit être un peu inférieur à l'angle de polarisation intérieur du prisme de même nature à une seule section. Cet angle de polarisation intérieur est l'angle α du tableau suivant. L'axe optique des substances biréfringentes employées doit toujours être sensiblement parallèle aux faces terminales du prisme.

	Prismes à 1 section.			Prismes à 2 sect.	
	L	α	A	L	A
Spath et baume du Canada (prisme de Nicol).	5,42	20°54′	31°16′	2,62	65°34′
Spath et huile de lin (prisme de Prazmowski).	4,27	26°20′	39°34′	2,02	82°28′
Spath et lame de verre. . .	4,27	26°20′	39°34′	2,02	82°28′
Flint glass et clivage de spath.	4,27	26°20′	44°23′	2,02	96°30′
Crown glass et lame de nitre.	4,08	27°32′	41°58′	1,92	88°10′
Flint glass et lame d'azotate de soude.	3,416	32°37′	52°54′	1,56	117°29′
Spath et lame de nitre. . .	3,04	36°24′	55°16′	1,356	123°43′
Spath et lame d'azotate de soude.	3,047	36°19′	55°12′	1,36	123°18′

Dans le tableau ci-dessus, L désigne la longueur du prisme, c'est-à-dire le rapport de la hauteur du prisme

au diamètre du cercle inscrit dans le polygone qui limite les faces terminales.

α désigne l'angle intérieur de polarisation, ou champ dans l'intérieur du prisme.

A désigne le champ dans l'air.

Les calculs sont faits en prenant les indices qui correspondent à la lumière monochromatique jaune (raie D). Pour la construction de ces prismes, destinés à polariser la lumière blanche naturelle, il faut compter pour les valeurs de α et de A sur les nombres un peu inférieurs à ceux du tableau.

Quelques-uns de ces prismes, notamment les prismes à deux sections, exigent une construction assez soignée; ceux que j'ai l'honneur de présenter à la Société ont été construits par M. Werlein avec une grande précision.

A l'occasion de la communication de M. Bertrand, M. Cornu ajoute les remarques suivantes :

« Il existe depuis 1865 au Cabinet de physique de l'Ecole polytechnique deux polariseurs formés par une lame de clivage de spath d'Islande, orientée dans le sens le plus favorable, collée entre deux prismes de flint lourd.

« J'ai décrit ce dispositif à la Société philomathique en 1864, ainsi que quelques modifications de même genre au prisme de Nicol.

« Le *collage* du flint et du spath était obtenu par une solution concentrée de baume de Tolu dans le sulfure de carbone : ce genre de mastic a très bien résisté depuis vingt ans; il est malheureusement un peu brun.

« Mais la difficulté qui m'a fait abandonner alors la construction de ce polariseur est la *trempe* dont on ne peut pas débarrasser le flint sous une aussi grande épais-

seur : le faisceau émergent n'est pas polarisé rectilignement mais elliptiquement. On pourrait, il est vrai, compenser par une lame cristallisée convenable l'effet fâcheux de la trempe du flint; mais alors on s'écarterait de la simplicité que semblait promettre la construction de ce genre d'appareils. »

M. F. Gonnard présente la note suivante :

Note sur une pegmatite à grands cristaux de chlorophyllite des bords du Vizézy, près de Montbrison (Loire),

par M. F. Gonnard.

Les pegmatites des bords du Vizézy sont connues des minéralogistes, non seulement à cause des émeraudes qu'elles renferment, mais encore et surtout, parce que l'andalousite y fut découverte en 1780 par le comte de Bournon, ou, d'après Passinges, par le citoyen Imbert, de Montbrison.

Disons toutefois que ni de Bournon ni Passinges, qui relate la découverte d'Imbert, en qualifiant ce dernier d'aussi bon naturaliste qu'exact observateur, n'ont indiqué les gisements précis de ces deux espèces minérales.

Curieux d'en retrouver la situation, j'ai fait quelques recherches dans les roches granitiques du Vizézy.

Le granit de la chaîne du Forez semble, en général, assez pauvre en accidents minéralogiques, et les pegmatites n'apparaissent pas fort abondantes dans les coupes qu'a nécessitées le tracé de la route, très pittoresque, de Montbrison à Saint-Bonnet-le-Courreau. Cependant, à environ dix kilomètres à partir de Montbrison (très exac-

tement 5 mètres après la dixième borne kilométrique), j'ai observé dans le granit, assez dur en cet endroit, une belle veine de pegmatite géodique, qui a été coupée obliquement par la route. Elle n'est visible que sur une longueur de 3 à 4 mètres, puis s'enfonce dans la roche. Une sorte de boyau de 15 à 20 centimètres de vide offrait encore à l'entrée plusieurs cristaux de quartz enfumé (1), de 8 à 10 centimètres de long, détachés de leur gangue, et à peine retenus dans une argile ferrugineuse.

Les parois de la géode étaient tapissés de cristaux rugueux de microcline blanc; j'ai pu cependant en recueillir quelques-uns, en partie très nets, et sur lesquels, pour le noter en passant, j'ai observé, outre les faces ordinaires, la face h^1, très développée. Ces cristaux, dont la densité est de 2,57, présentent une particularité de structure assez curieuse. Constitués par des lamelles cristallines alignées parallèlement à h^1, ils sont revêtus d'une enveloppe mince de même nature, qui masque les rugosités ou stries de l'assemblage, et donne au cristal cette netteté presque géométrique que possèdent les feldspaths de Striegau, de Baveno ou de l'île d'Elbe.

Mais, ce qui rend cette pegmatite particulièrement intéressante, c'est la présence, non constatée jusqu'ici, de cristaux de chlorophyllite d'un volume assez considérable. J'ai pu, en effet, en extraire dont le diamètre n'est pas moindre de 3 centimètres, et dont la longueur atteint presque le double de ce nombre.

De ces cristaux, les uns sont d'un vert très foncé, presque noir, à cassure vitreuse en un point, mate en un autre; ils semblent passer à la Fahlunite. D'autres sont verdâtres, gris verdâtre, gris perle. Le clivage suivant la

(1) Certains cristaux de quartz enfumé des bords du Vizézy n'ont pas moins de 0^m15 de diamètre et 0^m18 à 0^m20 de longueur; ils sont transparents et peuvent rivaliser avec ceux du Valais. (Voir la collection d'Allard, à Montbrison.)

base est très facile; les strates sont séparées par des lamelles de mica, comme dans la chlorophyllite de Haddam ou d'Unity. Chez quelques-uns enfin, l'altération du minéral primitif produit une teinte rouge-brun par places. La cassure suivant l'axe du cristal est inégale et fait apparaître les stries des strates minces. La densité de ces cristaux est 2,77.

Enfin j'ai observé, soit sur les cristaux de feldspath, soit au milieu de petites masses de tourmaline noire, de très petits prismes hexagonaux d'apatite blanche ou légèrement verdâtre, simples ou ayant les arêtes ou les angles de la base modifiés par des biseaux et des troncatures.

M. A. Damour fait la communication suivante:

Note sur un sel ammoniac iodifère,

par M. A. Damour.

La houillère embrasée de la Ricamarie, près Saint-Étienne (Loire), a donné des produits de sublimation, parmi lesquels on distingue un chlorhydrate ammoniacal formant des croûtes cristallines plus ou moins épaisses à la surface d'une roche schisteuse noire, qui se désagrège lorsqu'on la met en contact avec l'eau.

On constate aisément dans ce sel ammoniac la présence de l'iode et du brome par le moyen suivant : on dissout quelques centigrammes de ce sel dans une très petite quantité d'eau; on ajoute à la dissolution un fragment d'amidon sec, puis on y verse une ou deux gouttes d'acide nitrique. L'amidon, en peu d'instants, se colore en bleu. Si l'on ajoute encore quelques gouttes d'acide nitrique, la

couleur bleue disparaît et fait place à une teinte orangée indiquant la présence du brome (1).

Analyse. — 1 gramme de ce sel ayant été dissous dans l'eau acidulée par l'acide nitrique, on a traité la dissolution aqueuse par le nitrate argentique mis en léger excès. Il s'est formé un abondant précipité de chlorure argentique renfermant l'iodure et le bromure du même métal. Ce précipité, après lavage, a été traité par l'ammoniaque caustique qui a dissous le chlorure argentique, laissant un faible dépôt grisâtre d'iodure et de bromure d'argent, qu'on a lavé par décantation. Son poids a servi à déterminer la proportion d'iode et de brome combinés à l'ammonium.

Cette analyse a donné pour résultats :

Chlorure ammonique.	99,74
Iodure et bromure ammonique.	0,26
	100,00

A cette occasion, je ferai remarquer qu'il y aurait lieu d'ajouter à la nomenclature des espèces minérales indépendamment de l'iodure et du bromure ammonique que je viens de signaler, l'iodate et le bromate sodique que M. Raimondi a fait connaître, comme se trouvant associés au nitrate sodique naturel de la province de Tarapaca, au Pérou (2).

L'iodure ammonique pourrait recevoir le nom de iod-ammon.

Le bromure ammonique.	Brom-ammon.
Le bromate sodique.	Natro-bromate.
L'iodate sodique.	Natro-iodate.

(1) M. Alfred Lacroix, à l'obligeance duquel je dois l'échantillon ayant servi à l'analyse, m'a dit avoir, de son côté, vérifié la présence de l'iode et du brome dans ce sel ammoniacal de la Ricamarie.

(2) Raimondi, *Catalogue raisonné d'une collection des principaux*

Sur l'isomorphisme des chlorates et des azotates, et sur la quasi-identité vraisemblable de l'arrangement moléculaire dans toutes les substances cristallisées,

par M. Er. Mallard.

Le travail dont je viens exposer les résultats à la Société a été entrepris dans le but d'appuyer, par des faits expérimentaux nouveaux, la théorie que j'ai proposée dans d'autres publications pour expliquer la polarisation rotatoire. Je voulais essayer de faire, pour le chlorate de soude et les cristaux cubiques analogues, des recherches du même ordre que celles que M. Wyrouboff nous a récemment communiquées sur les substances hexagonales et quadratiques jouissant du pouvoir rotatoire, recherches qui contribueront puissamment, je l'espère, à faire adopter la théorie par les physiciens et les cristallographes.

Comme on le verra, j'ai été amené, par l'enchaînement des résultats expérimentaux et des déductions qu'on en peut tirer, à des conclusions qui dépassent le but que je m'étais d'abord proposé. J'aurais peut-être dû diviser mon travail en plusieurs notes distinctes. Il m'a semblé cependant préférable de montrer le chemin que j'ai suivi et qui m'a conduit, de proche en proche, à proposer une hypothèse, au premier abord très peu vraisemblable, quoi qu'elle me paraisse cependant appuyée sur des arguments très sérieux.

I. RECHERCHES EXPÉRIMENTALES.

1° Dimorphisme du chlorate de soude.

Lorsqu'on dépose sur une lame de verre une goutte d'une dissolution concentrée de chlorate de soude, et qu'on

types minéraux de la république du Pérou, traduit de l'espagnol, par Martinet. Paris, 1878.

abandonne cette goutte à l'évaporation sur le porte-objet d'un microscope polarisant, on voit quelquefois se former au sein du liquide de petits cubes très nets dont deux des arêtes supérieures sont tronquées. Ces cubes s'accroissent et se multiplient à mesure que l'évaporation se poursuit. C'est le mode bien connu de la cristallisation du chlorate de soude.

Mais il arrive le plus souvent que les choses se passent d'une manière toute différente. On voit alors se développer dans le liquide des espèces de flèches cristallines très biréfringentes le long de laquelle viennent se grouper, à mesure que la pointe de cette flèche avance, des sortes de pennes secondaires, qui font avec l'axe principal des angles de 79° environ. L'ensemble cristallin qui prend ainsi naissance est doué d'une biréfringence considérable.

On voit souvent en même temps se produire en certains points des cristaux complètement isolés ayant exactement la forme d'un rhomboèdre très aplati parallèlement à l'une de ses faces. La biréfringence de ces lames cristallines est tellement considérable, que la couleur de polarisation devient blanche dès que l'épaisseur est un peu notable. En observant à la lumière convergente, lorsque les couleurs de polarisation sont encore nettes et brillantes, on constate très aisément que la substance est uniaxe et que les cristaux sont bien des rhomboèdres.

L'axe principal des flèches cristallines dont nous avons parlé précédemment est tantôt dirigé suivant la bissectrice obtuse du rhombe des rhomboèdres, tantôt dirigé suivant une des arêtes de ce rhombe.

Ces cristallisations aux couleurs de polarisation éclatantes persistent plus ou moins longtemps, mais il finit toujours par arriver un moment où une transformation profonde se produit; à l'une des extrémités des flèches cristallines, on voit la biréfringence cesser, le cristal devient noir, et cette tache noire se propage lentement suivant l'axe de la flèche en s'étendant à toutes les ramifications.

Il en est de même pour les cristaux rhomboédriques isolés.

Dans tous les cas, cette transformation commence dès qu'on touche un cristal biréfringent avec un cristal cubique de chlorate ou avec un cristal déjà transformé.

Le phénomène est donc exactement de la même nature que celui que l'on remarque dans la cristallisation du nitre. Avec le nitre, à la température ordinaire, les cristaux rhomboédriques se produisent d'abord et se transforment ensuite en cristaux prismatiques plus stables. Avec le chlorate de soude, les cristaux rhomboédriques sont encore la forme instable, mais ce sont des cristaux cubiques qui sont la forme stable. Le chlorate de soude est donc dimorphe comme l'est le nitre.

J'ajouterai que, comme dans le nitre, la transformation des cristaux rhomboédriques instables est précédée par une dissolution partielle de ces cristaux. Quelquefois, lorsque les cristaux sont petits, ils peuvent même se dissoudre entièrement avant d'être transformés. C'est là un fait des plus remarquables et qui doit jouer certainement quelque rôle dans l'explication de ces singuliers phénomènes.

J'ai pu mesurer les angles plans des rhomboèdres de chlorate de soude relativement très développés, et j'ai trouvé, en moyenne, 102°,4, ce qui conduit à un angle dièdre de 105°,9.

L'angle dièdre du rhomboèdre de la calcite est égal à 105°,08; celui du rhomboèdre de l'azotate de soude est égal à 106°5.

On arrive donc à cette conclusion remarquable, que, sous sa forme rhomboédrique, le chlorate de soude est isomorphe de l'azotate de soude.

Comme la solubilité des deux sels est d'ailleurs très voisine, j'ai pensé que l'on pourrait les faire cristalliser ensemble. C'est en effet ce que j'ai vérifié. Une dissolution contenant parties égales de chlorate et d'azotate de soude

et saturée à chaud, a abandonné par refroidissement des cristaux parfaitement homogènes, comme on s'en est assuré avec soin, ayant la forme de rhomboèdres à faces un peu courbes, rappelant ceux que montre la dolomie.

L'analyse a indiqué qu'ils contenaient 10,7 0/0 de chlorate.

La dissolution abandonnée à l'évaporation a donné un cristal relativement gros, présentant un rhomboèdre sans faces modifiantes, dont l'angle était de 105°40′ avec une légère incertitude provenant de l'état des faces. Une analyse faite sur ce cristal isolé, pesant 0g,15, a donné une teneur de 11,3 0/0 en chlorate.

La même dissolution a donné par évaporation des cristaux rhomboédriques mélangés de cristaux se distinguant de ceux-ci par leur parfaite limpidité et par leur forme qui était celle des cristaux de chlorate de soude. Ces cristaux de symétrie cubique avaient de nombreuses facettes et ne renfermaient que des traces d'azotate. Les cristaux rhomboédriques, triés avec soin, renfermaient 22,5 0/0 de chlorate.

Les cristaux mixtes étaient uniaxes négatifs et l'énergie de leur double réfraction ne paraissait pas différer de celle de l'azotate de soude.

2° Dimorphisme du bromate de soude.

En faisant cristalliser sous le microscope le bromate de soude, on s'aperçoit qu'il présente exactement les mêmes propriétés et le même dimorphisme que le chlorate de soude. Les cristaux énergiquement biréfringents qui se forment d'abord paraissent seulement plus stables que ceux de chlorate. La transformation se fait plus tard, marche plus lentement et n'est jamais complète. Après la transformation, il reste encore de nombreux points qui restent biréfringents.

Cette dernière particularité me paraît expliquer fort naturellement la double réfraction persistante et anomale qui se montre dans tous les cristaux de bromate.

Il était vraisemblable que cette lenteur de transformation du bromate s'exagérerait à basse température. En effet, M. Wyrouboff, qui a bien voulu faire cristalliser le bromate à zéro, a observé que les cristaux rhomboédriques formés montraient une biréfringence beaucoup plus considérable que ceux qu'il avait obtenus précédemment dans une cristallisation à 20°.

3° Chlorate de potasse.

Les sels de potasse et de soude possédant en général des formes voisines, sinon identiques, j'ai été naturellement amené, par mes recherches sur le chlorate de soude, à étudier celui de potasse.

D'après M. Rammelsberg, le chlorate de potasse cristallise dans le système clinorhombique avec les paramètres

$$0{,}8256 : 1 : 2{,}3502, \eta = 89°47'.$$

En faisant cristalliser sous le microscope une dissolution de chlorate de potasse, j'ai été très frappé de voir se produire des cristaux qui étaient, en apparence au moins, des rhomboèdres couchés sur une de leurs faces. L'angle plan de ces faces et l'extrême biréfringence les rapprochent entièrement des cristaux qui se forment, dans les mêmes conditions, au sein d'une dissolution d'azotate de soude.

On s'explique aisément cette ressemblance frappante entre deux substances dont les types cristallins paraissent d'abord si éloignés en jetant les yeux sur le tableau des angles du chlorate de potasse. On a, en effet :

$$(\bar{1}11)\,(11\bar{1}) \text{ ou } b^{1/2}\,b^{1/2} = 104°22',$$
$$(\bar{1}11)\,(001) \text{ ou } b^{1/2}p = 105°55'.$$

Comme p est perpendiculaire au plan de symétrie, les trois faces p et $b^{1/2}$ sont à peu près également inclinées l'une sur l'autre d'un angle voisin de 105°. Elles forment ainsi un pseudo-rhomboèdre dont l'angle est très voisin de celui de l'azotate de soude (106°30').

L'analogie entre les formes des deux substances peut se se voir non moins aisément par l'examen des paramètres cristallographiques.

Les paramètres du chlorate sont rapportés à l'axe binaire pris pour unité et à deux rangées presque perpendiculaires entre elles, situées dans le plan de symétrie. Ces paramètres sont, comme on l'a vu plus haut :

$$0,896 : 1 : 2,350.$$

Les paramètres de l'azotate de soude rapportés à l'axe ternaire et à l'axe binaire pris pour unité, sont :

$$0,828 : 1.$$

La rangée perpendiculaire à l'axe binaire de longueur 1, est la grande diagonale d'un rhombe de 120° ayant 1 pour côté; la longueur en est donc $\sqrt{3}$. En rapportant l'azotate de soude à trois axes perpendiculaires entre eux, qui seront, l'axe ternaire, un axe binaire, et la rangée perpendidulaire à l'axe binaire, les paramètres de l'azotate de soude seront donc :

$$0,826 : 1 : 1,732.$$

Or, sous cette forme, comparable à celle sous laquelle ont été mis les paramètres du chlorate, on voit immédiatement que les deux premiers paramètres sont identiques, et que, pour le troisième, on a :

$$\frac{4}{3} \cdot 1,732 = 2,308,$$

nombre très voisin du paramètre du chlorate.

Cette ressemblance entre $NaAzO^3$ et $KClO^3$ se poursuit jusque dans les propriétés optiques. Le chlorate de potasse est biaxe, mais les axes sont peu écartés, de 28° environ, dans l'air. Le plan des axes est perpendiculaire au plan de symétrie, contrairement à ce qu'indique M. Rammelsberg, probablement d'après Brooke; il passe par l'axe pseudo-ternaire du pseudo-rhomboèdre, et cet axe est, au moins à très peu près, la bissectrice aiguë. Cette bissectrice est d'ailleurs négative, et la biréfringence est aussi énergique que celle de l'azotate.

La seule différence un peu notable qui existe entre les propriétés optiques du chlorate de potasse et celles de l'azotate de soude, c'est donc que l'axe cristallographique qui, dans l'azotate, est l'axe optique principal, est, dans le chlorate, la bissectrice aiguë d'axes très rapprochés.

La forme du chlorate de potasse est d'ailleurs stable jusqu'à la température de fusion.

L'analogie étroite de forme qui existe entre le chlorate de potasse et l'azotate de soude, isomorphe du chlorate de soude et de l'azotate de potasse, m'a fait penser que le chlorate de potasse doit être isomorphe de ces deux substances. J'ai pu, en effet, faire cristalliser le chlorate de potasse avec chacune d'entre elles.

Une dissolution contenant 60 grammes de chlorate de soude et 20 grammes de chlorate de potasse, cristallisée entre 50° et 60°, a abandonné un mélange de cristaux, les uns rhomboédriques, les autres cubiques. Les cristaux cubiques étaient du chlorate de soude ne contenant que de très petites quantités de chlorate de potasse. Mais les cristaux rhomboédriques contenaient 22,1 °/₀ de chlorate de soude.

Ces cristaux, très friables, et imparfaitement formés, étaient biaxes. La position des axes, et leur écartement, étaient sensiblement les mêmes que pour le chlorate de potasse.

M. Wyrouboff, de son côté, en faisant cristalliser, entre 50 et 55°, une dissolution contenant 25 grammes de chlo-

rate de soude et 10 grammes de chlorate de potasse, avait obtenu des cristaux rhomboédriques biaxes tenant environ 13 0/0 de chlorate de soude.

L'isomorphisme entre les deux chlorates ne me paraît donc pas douteux.

En abandonnant à l'évaporation lente une dissolution saturée pour chacun des deux sels, chlorate et azotate de potasse, j'ai obtenu d'abord des cristaux formés de pseudo-rhomboèdres très aplatis, souvent mâclés parallèlement à la grande face, ressemblant beaucoup aux cristaux de chlorate de potasse, ayant sensiblement les mêmes angles et les mêmes propriétés optiques. Ces cristaux, parfaitement homogènes, contenaient 15 0/0 d'azotate de potasse.

L'eau mère des précédents cristaux a donné, par une nouvelle évaporation, des cristaux d'aspect à peu près identiques, mais contenant 25 0/0 d'azotate.

L'évaporation totale de la liqueur a abandonné des cristaux rhomboédriques, puis enfin des cristaux ayant la forme de l'azotate de potasse.

L'isomorphisme du chlorate de potasse et de l'azotate de potasse me semble ainsi bien établi.

II. CONSÉQUENCES TIRÉES DES FAITS EXPÉRIMENTAUX.

Conséquences relatives à la nature du phénomène qui produit les transformations allotropiques.

Les particularités que j'ai signalées relativement au dimorphisme du chlorate de soude et du bromate de soude conduisent à une conséquence importante relative à la nature du phénomène qui produit en général les transformations allotropiques, c'est-à-dire, en d'autres termes, à la différence qui existe entre les deux formes d'une substance dimorphe.

Dans un travail déjà ancien (1), j'avais essayé de montrer que ces deux formes ne diffèrent entre elles ni par la structure du réseau cristallin ni par la nature essentielle de la molécule, mais uniquement par la production d'hémitropies moléculaires associant, dans un très petit espace, les diverses orientations que peut prendre une particule réticulaire autour de ses axes de pseudo-symétrie.

J'ai cherché par de nombreux exemples à faire voir que ces groupements peuvent être tantôt *particulaires* ou *moléculaires,* auquel cas le changement de symétrie du corps est complet; tantôt de dimensions finies, auquel cas le cristal présente une biréfringence persistante, en désaccord avec sa symétrie apparente; tantôt enfin à la fois, et suivant les plages, particulaire et de dimensions finies.

Lorsque le groupement est *particulaire* en tout ou partiellement, j'ai indiqué dans mon mémoire de 1876 et developpé ensuite dans des mémoires subséquents (2) comment, en certains cas, la polarisation rotatoire en découle.

Lorsque j'observai la transformation soudaine de la boracite à une température déterminée, il me parut qu'il était difficile d'admettre la production en quelque sorte spontanée d'hémitropies analogues à celles au moyen desquelles j'avais expliqué le dimorphisme d'un grand nombre de substances. Je crus alors devoir reconnaître que les conclusions de mon mémoire de 1876 n'avaient pas toute la généralité que j'avais cru devoir leur attribuer. Je pensai que, dans le cas de la boracite au moins, il fallait chercher dans un phénomène intra-moléculaire la cause de la transformation allotropique.

Les faits constatés sur le chlorate et le bromate de soude montrent nettement que j'avais eu tort d'abandonner, sur un point d'ailleurs très limité, mes anciennes idées. Si, en effet, la molécule du chlorate ou celle du

(1) *Annales des Mines* (7), X, 1876.
(2) *Annales des Mines* (7), XIX, 1881.

bromate cessait subitement d'être biréfringente pour devenir uniréfringente, comme je l'avais admis pour la boracite, la polarisation rotatoire du cristal cubique cesserait d'être explicable. Elle est au contraire une conséquence toute naturelle, comme je l'ai fait voir, si la biréfringence de la molécule persiste, et si l'uniréfringence n'est due qu'à des groupements particulaires.

Le phénomène, au reste, est absolument identique à tous ceux que j'ai étudiés et décrits en 1876. Dans le bromate de soude, par exemple, le groupement particulaire n'est jamais complet ; à côté de parties où la biréfringence persistante ne s'accuse plus que par l'existence de la polarisation rotatoire, on constate par les phénomènes de polarisation ordinaire, que le cristal tout entier est constitué par un groupement, de dimensions finies, analogues à ceux qu'on observe dans l'alun, les grenats, la Sénarmontite, etc.

Comme, d'un autre côté, la transformation du chlorate ou du bromate de soude s'effectue d'une manière identique à celle de la boracite, il faut bien en conclure que, dans tous les cas, le phénomène est le même, et que deux formes d'une substance dimorphe ne diffèrent entre elles que par des hémitropies moléculaires du genre de celles que j'ai signalées jadis à l'attention des cristallographes.

Les faits relatés plus haut viennent donc confirmer cette loi énoncée par moi en 1876 que le réseau cristallin élémentaire d'une substance sensiblement reste toujours le même, quelles que soient les formes cristallines multiples, de symétrie différente, que peut revêtir cette substance.

Conséquences relatives à l'arrangement réticulaire des azotates et des chlorates anhydres.

Une autre conséquence non moins importante peut être tirée des faits expérimentaux. Lorsqu'un rhomboèdre de

chlorate de soude passe à la forme cubique, il reste translucide, conserve sa forme, absolument comme cela a lieu pour la transformation de l'iodure d'argent rhomboédrique en iodure cubique, de la boracite rhombique en boracite cubique, etc. C'est là un fait que l'on peut dire commun à toutes les transformations allotropiques. La forme cristalline persiste, et l'on n'observe en général que des fissures intérieures produisant un certain trouble dans la substance, ou quelquefois des décrépitations comme dans le cas du soufre et de l'aragonite. Encore ces décrépitations ne se produisent pas toujours à beaucoup près, et ne paraissent pas tenir à des causes plus importantes que celles qui produisent les décrépitations accompagnant les dilatations calorifiques, comme dans le cas du sulfate de potasse, par exemple.

Si l'on songe à la perturbation profonde qu'amènerait inévitablement un déplacement brusque et considérable dans la symétrie de l'arrangement des molécules, et dans leurs distances mutuelles suivant les différentes directions, on sera conduit à admettre que, dans une modification allotropique, le réseau cristallin n'est pas *notablement* modifié, comme je l'avais déjà énoncé dans mon mémoire de 1876.

Il en résulte que les faces du rhomboèdre de chlorate de soude doivent être, au moins approximativement, au nombre des formes simples possibles du système cubique, ou, ce qui revient au même, que les paramètres de ce rhomboèdre, doivent être, à peu près, des multiples ou des sous-multiples simples du réseau cubique.

Or, le rhomboèdre du chlorate de soude est sensiblement le même que celui de l'azotate de soude, de l'azotate de potasse, de la calcite, de l'iodure d'argent et de la Wurtzite. J'ai déjà fait remarquer, à propos de cette dernière substance, que son rhomboèdre est très voisin d'avoir pour longueur de l'axe ternaire (c'est-à-dire pour rapport du paramètre de l'axe ternaire à celui de l'axe binaire), le

nombre 0,816, et ce nombre est précisément les 2/3 de $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$, qui représente le paramètre de l'axe ternaire du cube.

Avant d'étendre cette conséquence à d'autres corps, il importe de rappeler en quelques mots ce que l'on sait actuellement au sujet de la forme cristalline des principaux azotates anhydres.

1° $AmAzO^3$. — Tétramorphe d'après M. O. Lehmann (1).

A. Cubique au-dessus de 127°.

B. Rhomboèdre de 106° entre 127° et 87°.

C. Rhombique isomorphe du nitre entre 87° et 36°.

D. Rhombique avec les paramètres 1,16 : 1 : 1,10 au-dessous de 36°.

2° $KAzO^3$. — Dimorphe.

A. Forme stable à la température ordinaire. Rhombique avec les paramètres 0,591 : 1 : 0,701.

B. Forme instable à la température ordinaire, stable à une température voisine de celle de la fusion.

Rhomboèdre de 106°36′. — $a : c = 1 : 0,8$.

3° $NaAzO^3$. — Forme unique.

Rhomboèdre de 106°30′. — $a : c = 1 : 0,828$.

4° $AgAzO^3$. — Dimorphe d'après M. Lehmann.

A. A des températures voisines de celle de la fusion.

Rhomboèdre inconnu.

B. A la température ordinaire.

Rhombique. — 0,726 : 1 : 0,691 (Scacchi).

5° $LiAzO^3$. — Forme unique isomorphe de $NaAzO^3$.

6° $RbAzO^3$. — Rhomboèdre. — $a : c = 1 : 0,710$.

(1) *Groth. Zeit.*, I, 1877.

7° $CsAzO^3$. — Rhomboèdre. — $a : c = 1 : 0,713$.

8° $TlAzO^3$. — Rhombique. — $0,511 : 1 : 0,651$.

9° $R(AzO^3)^2$ — R = (Ba, Sr, Pb). — Cubique.

M. O. Lehmann a observé des mélanges isomorphes des azotates d'ammoniaque et de potasse.

L'azotate d'argent s'unit à l'azotate de soude, comme l'a constaté H. Rose (1), en toutes proportions, en formant des cristaux rhomboédriques.

Le même savant a obtenu des cristaux ayant la forme du nitre et contenant 35 0/0 d'azotate d'argent, c'est-à-dire ayant la formule :

$$(3KAzO^3 + AgAzO^3).$$

M. Friedländer a obtenu des cristaux contenant des molécules égales des azotates d'argent et de potasse, cristallisant dans le système clinorhombique et ayant les paramètres suivants :

$$1,039 : 1 : 1,009 \qquad \eta = 88°45' \qquad (2)$$

Ainsi, malgré des formes très dissemblables et en apparence incompatibles, les azotates d'ammoniaque, de potasse, de soude et d'argent, sont pleinement isomorphes entre eux.

Quant aux chlorates, bromates et iodates, il résulte de faits antérieurement connus, ainsi que de mes propres recherches, qu'ils présentent les formes suivantes :

$KClO^3$ — Clinorh. $0.83 : 1 : 2,35$ — $\eta = 89°47'$.

(1) *Pogg. Ann.*, 102, p. 436, 1857.

(2) Je prends pour faces p et h^1 les faces (101) et ($1\bar{0}1$) de M. Friedländer. Je corrige en outre une erreur de calcul qui a vicié les paramètres indiqués par l'observateur. (*Grot. Zeit.*, 3, 215.) L'inclinaison $\eta = 82° 13'$ est incompatible avec les paramètres et les valeurs expérimentales des angles (101) (001) et ($\bar{1}01$) (001).

Na ClO^3 — A Rhomboédrique. — $a : c = 1 : 0,83$.
B cubique.
Ag ClO^3 Quadratique. — $a : c = 1 : 0,93$.
Sr $(ClO^3)^2$ Rhombique. — 0,92 : 1 : 0,60.
K Br O^3 Rhomboédrique. — $a : c = 1 : 1,35$.
Na BrO^3 A — Rhomboédrique. — $a : c = 1 : 0,83$.
B Cub.
Ag BrO^3 Quadratique. — $a : c = 1 : 0,93$.
KIO^3 Cub.
Am IO^3 Quadrat. $a : c = 1 : 1,01$.

J'ai constaté que, malgré l'apparente incompatibilité des formes, le chlorate de potasse et le chlorate de soude sont isomorphes entre eux, et j'ai montré plus haut que les paramètres du chlorate de potasse sont en réalité très voisins de ceux du chlorate de soude rhomboédrique; les uns et les autres ayant des rapports simples avec les paramètres du réseau cubique.

J'ai montré de même que le chlorate de potasse et l'azotate de potasse sont pleinement isomorphes entre eux. Les réseaux cristallins de ces deux substances sont donc identiques, et ils sont d'ailleurs cubiques, puisque le réseau du chlorate de potasse est identique à celui du chlorate de soude, qui est lui-même cubique.

Les mêmes considérations d'isomorphisme conduisent à considérer comme cubiques les réseaux des azotates de soude, d'ammoniaque et d'argent qui sont isomorphes à l'azotate de potasse. Cette conclusion aurait d'ailleurs pu être directement déduite du fait constaté par M. O. Lehmann que l'azotate d'ammoniaque est cubique sous l'une de ses formes. Cet accord est une confirmation précieuse de notre théorie.

Puisque les azotates alcalins ont un réseau quasi cubique, il est nécessaire quelorsque ces azotates se présentent sous des formes différentes de celle du cube, les paramètres de ces formes aient des rapports simples avec ceux du cube.

Il est indispensable de vérifier l'exactitude de cette conséquence.

La vérification est déjà faite pour la forme rhomboïdique commune à l'azotate de soude et à l'azotate de potasse rhomboédrique, on peut voir qu'elle se fait aisément aussi pour les autres azotates.

Mais comme nous aurons à faire des recherches semblables sur les paramètres d'un grand nombre d'autres substances cristallisées, il est nécessaire de considérer la question d'une manière plus générale.

III. RECHERCHES THÉORIQUES SUR LE MODE D'ARRANGEMENT RÉTICULAIRE DES CORPS CRISTALLISÉS.

—

Divers systèmes de paramètres d'un réseau cubique rapporté à ses différents axes de symétrie.

Pour comparer au réseau cubique les réseaux d'autres substances cristallisées, il faut d'abord définir nettement le réseau cubique lui-même, et chercher quels sont les divers paramètres qui représentent ce réseau, lorsque, au lieu de le rapporter à ses trois axes de symétrie quadratiques, on le rapporte à d'autres systèmes d'axes.

Faisons d'abord remarquer que le réseau cubique comprend trois variétés principales :

1° le réseau cubique proprement dit, qui possède une molécule à chacun de ses angles ;

2° Le réseau cubique centré, ayant une molécule au centre ;

3° Le réseau cubique à faces centrées, dans lequel une molécule se trouve au centre de chaque face.

Dans chacune de ces variétés, les paramètres principaux sont :

	RÉSEAU CUBIQUE	RÉSEAU CUBIQUE CENTRÉ	RÉS. CUB. A FACES CENTRÉES
Axes quaternaires	1	1	1
Axes ternaires	$\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$
Axes binaires	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$

Nous conviendrons de ne considérer que le réseau cubique proprement dit, duquel on passe, comme on le voit. très facilement aux autres.

Quant aux systèmes d'axes auxquels on peut le rapporter, ils sont :

I. Les quatre axes quaternaires dont les paramètres sont :

1 1 1

II. Un axe quaternaire, et deux axes binaires perpendiculaires, dont les paramètres sont :

1 1,414 1,414

ou

0,707 1 1

Il faut remarquer que ce système est peu différent du premier, puisque les deux axes binaires sont les bissectrices des angles formés par deux des axes de celui-ci.

III. Axes rhomboédriques, un axe ternaire du cube étant l'axe ternaire du rhomboèdre. On pourra avoir comme axes binaires :

1° Les trois axes binaires du cube; la hauteur du rhomboèdre est alors :

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = 1,225$$

2° Les bissectrices des angles formés par les trois axes binaires du précédent.

Ces rangées, que nous désignerons sous le nom d'axes *pseudo-binaires,* sont les grandes diagonales d'un rhombe de 120°, dont le côté est égal à $\sqrt{2}$; leurs paramètres sont donc $\sqrt{2}\sqrt{3} = \sqrt{6}$.

Le paramètre de l'axe ternaire du cube rapporté aux axes *pseudo-binaires* est :

$$\sqrt{\frac{3}{6}} = \sqrt{\frac{1}{2}} = 0{,}707$$

IV. Enfin on peut rapporter le cube à un axe ternaire, un axe binaire et la rangée perpendiculaire qui est un axe pseudo-binaire. Les paramètres de ces trois axes sont respectivement :

$$\sqrt{3} \qquad \sqrt{2} \qquad \sqrt{6}$$

ou, en prenant pour unité le paramètre de l'axe *pseudo-binaire*.

$$1^\circ \quad \sqrt{\frac{1}{2}} = 0{,}707 \qquad \sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}577 \qquad 1$$

Mais on peut prendre pour unité successivement chacun des deux autres axes ; cela ne modifie en rien le système d'axes, mais pour la comparaison que nous avons en vue, et pour éviter de changer l'axe cristallographique que l'auteur de la description d'une forme cristalline a pris arbitrairement pour unité, il est commode d'écrire les deux nouveaux systèmes de paramètres que l'on obtient ainsi. Ils sont :

$$2^\circ \quad \sqrt{\frac{3}{2}} = 1{,}225 \qquad 1 \qquad \sqrt{3} = 1{,}732$$

$$3^\circ \qquad 1 \qquad \sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}816 \qquad \sqrt{2} = 1{,}414$$

Nous conviendrons, dans ce qui suivra, et pour abréger le langage, de désigner chacun des systèmes précédents de paramètres par le chiffre romain qui lui a été consacré, et que l'on fera suivre, le cas échéant, du chiffre arabe convenable.

C'est ainsi que le signe III,2 représente le système que l'on obtient en rapportant le cube à un axe ternaire et trois axes pseudo-binaires. De même, le signe IV,2 représente le système de paramètres obtenus en rapportant le cube à un axe ternaire, un axe binaire et un axe pseudo-ternaire, le paramètres de l'axe binaire étant pris pour unité.

1° Azotates.

En comparant aux nombres que nous venons de trouver, nous voyons aisément que les paramètres du nitre rhombique (0,591 : 1 : 0,704) sont très voisins de ceux du système IV, qui sont :

$$0,577 : 1 : 0,707.$$

Quant à l'azotate d'ammoniaque rhombique, les paramètres (1,16 : 1 : 1,10) ont des rapports simples avec les précédents, car on a :

$$1,15 = 2.\ 0,577 \qquad 1,06 = 3/2.\ 0,707$$

Les paramètres de l'azotate d'argent (0,73 : 1 : 0,69) sont très voisins de ceux du système II, qui sont :

$$1 : 1,414 : 1,414$$

car on a

$$0,707 = 1/2.\ 1,414 \qquad 0,707 = 1/2.\ 1,414$$

Quant à la forme clinorhombique observée par M. Fried-

länder pour le sel double d'azotate d'argent et de potasse, les paramètres (1,04 : 1 : 1 ; $\nu = 88°45'$) en sont évidemment très voisins de ceux du cube rapportés à ses trois axes quaternaires (système I).

L'isomorphisme des azotates de potasse, de soude, d'ammoniaque et d'argent se trouve ainsi non seulement établi par des preuves expérimentales, mais encore justifié par la considération de leurs paramètres cristallins.

Il ne reste en dehors de cette série que les azotates de rubidium, de cœsium et de thallium. Les paramètres, presque identiques entre eux, des axes sénaires des azotates de rubidium et de cœsium, paraissent n'avoir presque aucune analogie avec celui de l'axe ternaire du nitre, et il semble que l'isomorphisme ordinaire des sels de rubidium et de cœsium avec ceux de potassium soit ici en défaut. L'accord se trouve rétabli si l'on remarque que les paramètres de l'axe sénaire de ces azotates (0,710 et 0,713) sont presque exactement égaux à 0,707, qui est l'axe ternaire du cube rapporté à un axe ternaire et trois axes pseudo-binaires (11,2).

Enfin, l'azotate de thallium rhombique a ses paramètres (0,511 : 1 : 0,651) en rapport simple avec ceux du cube (1 : 1 : 1) rapporté à ses trois axes quaternaires, car on a :

$$0,500 = 1/2 \qquad 0,666 = 2/3$$

Ainsi les réseaux cristallins de tous les azotates alcalins anhydres, peuvent être dérivés très simplement du réseau cubique, et peuvent être approximativement regardés comme ne différant du réseau cubique que par le mode de symétrie. Comme, d'autre part, les azotates de baryte, de strontiane et de plomb sont cubiques, on voit quelle régularité et quelle simplicité se trouvent ainsi introduites dans la série des azotates anhydres.

2° Chlorates, bromates et iodates.

Passons maintenant aux chlorates, bromates et iodates. Nous avons déjà vu comment, malgré les apparences, les chlorates de potasse et de soude, ainsi que le bromate de soude, sont isomorphes entre eux, et doivent être considérés comme ayant un réseau à peu près cubique.

L'iodate de potasse est cubique; mais le bromate de potasse est rhomboédrique avec $a : c = 1 : 1,35$. L'isomorphisme des bromates, des chlorates et iodates ne peut cependant faire de doute, et l'anomalie apparente du bromate de potasse est expliquée, si l'on remarque que 1,35 est voisin de 1,41, qui représente le double de l'axe ternaire du cube rapporté à trois axes pseudo-binaires.

L'iodate d'ammoniaque est évidemment très près d'avoir la forme cubique.

Pour l'azotate d'argent, le paramètre de l'axe quadratique 0,93 est très voisin d'être égal à 0,944, qui est les 4/3 de celui de cube (ou les 2/3 de celui du cube à faces centrées) rapporté à un axe quaternaire et à deux axes binaires.

Le bromate d'argent est isomorphe de l'azotate d'argent.

Quant au bromate de strontiane anhydre, l'isomorphisme des azotates et des bromates rend vraisemblable que son réseau doit être cubique. Nous trouvons, en effet, que les paramètres (0,92 : 1 : 0,60) sont près d'être la moitié des paramètres du système IV,2. On a, en effet :

$$0,61 = 1/2.\ 1,22 \qquad 0,87 = 1/2.\ 1,73$$

Nous arrivons à introduire dans la série cristallographique des chlorates, bromates et iodates la même simplicité et la même régularité que dans celles des azotates.

Tout ce que nous venons de dire est résumé dans le tableau suivant (1).

AZOTATES ANHYDRES.

AzO^3K	A 0,591 0,701	0,577	0,707	IV,1
	B 0,82 R	0 816=2/3.1,22		III,1
— Na	0,828 R	id.		id.
— Li	id.	id.		id.
— Rb	0,710 R	0.707		III,2
— Cs	0,713 R	id.		id.
— Am	A 1,16 1,10	1.15=2.0,58	1.06=3/2.0,71	IV,1
	B 0,58 0.70?			
	C 0,82 R?			
	D Cub.			
— Ag	0,73 0,69 (fondu)	0.707=1/2.1,41	0.707=1/2.1,41	II
$(AzO^3)^2KAg$	1,04 1 88°45	1	1	I
— Tl.	0,511 0,651	0.50=1/2	0.67=2/3	I
— Ba	Cub.			
— Sr	id,			
— Pb	id.			

(1) Dans ce tableau et dans tous ceux qui suivent, la seconde colonne contient les paramètres cristallographiques propres à chaque substance.

Les cristaux rhomboédriques sont indiqués par la lettre R; les cristaux quadratiques par la lettre Q. Le nombre qui précède l'une de ces lettres est la longueur de l'axe principal, celle de l'axe binaire étant égale à 1.

Pour les cristaux rhombiques, le premier nombre est le paramètre a; le deuxième est le paramètre c, le paramètre b étant égal à 1.

Pour les cristaux binaires, les nombres qui représentent les paramètres a et c, le paramètre b étant 1, sont suivis de la valeur de l'angle aigu des axes a et c. Le cas échéant, on indique les notations cristallographiques des rangées choisies pour devenir les nouveaux axes z' et x', de manière que l'angle $x'z'$ soit presque droit. On achève de définir la nouvelle forme primitive adoptée en donnant, dans le nouveau système, les notations de quelques faces. On termine enfin en donnant les valeurs des nouveaux paramètres, le paramètre b étant toujours 1. Les tâtonnements néces-

CHLORATES, BROMATES, IODATES ANHYDRES.

ClO^3K	0,83 2.35 89°47'	0.82=2/3.1,23	2,31=4/3.1,73	IV,2
BrO^3K	1,35 R	1.41=2. 0,71		II
IO^3K	Cub.			
ClO^3Na	A 0,83 R	0.82=2/3.1,23		III,1
	B Cub.			
BrO^3Na	id.	id.		id.
IO^3Am	1,01 Q	1		I
ClO^3Ag	0,93 Q	0.94=4/3.0,71		II
BrO^3Ag	id.	id.		
Cl^2O^6Sr	0,92 0,60	0.87=1/2.1,73	0.61=1/2.1,23	IV,2

3° Carbonates, titanates, oxydes.

Les considérations au moyen desquelles nous avons rendu aux séries cristallographiques des azotates et des chlorates la régularité qui leur manquait, les déductions théoriques qui nous ont amenés à justifier l'isomorphisme de sels dont les paramètres semblaient incompatibles, peuvent-elles être étendues à d'autres séries cristallographiques? Il est aisé de voir qu'il en est bien ainsi.

La série des carbonates se présente tout d'abord à l'esprit, car le composé $CaCO^3$ est précisément isodimorphe du sel $KAzO^3$. De plus, parmi les autres carbonates métalliques qui sont monomorphes, les uns sont isomorphes de l'azotate de soude, les autres sont isomorphes du nitre rhombique. Les carbonates métalliques doivent donc être considérés, au même titre que les azotates, comme ayant un réseau quasi-cubique.

On ne connaît pas de carbonates anhydres nettement

saires pour procéder au choix des nouveaux axes, se font très rapidement par la méthode graphique.

La troisième colonne donne les multiples des paramètres cubiques qui se rapprochent le plus des paramètres *a* et *c*.

La quatrième colonne indique enfin celui des systèmes de paramètres cubiques avec lequel la comparaison est faite.

alcalins, mais on connaît un carbonate de thallium (Tl^2CO^3) qui est clinorhombique avec les paramètres

$$1,396 : 1 : 1,959 ; \eta = 85^\circ 13'.$$

On peut transformer ces données en prenant pour nouvel axe des x' la rangée notée [101] et pour nouvel axe des z' la rangée notée [20$\bar{1}$]. Ces deux rangées font entre elles un angle égal à 88°49′, qui devient le nouvel η'. Les paramètres des nouvelles rangées sont respectivement 2,308 et 3,541. On peut conserver ces paramètres ou les diviser par 2; en prenant ce dernier parti, les notations des formes simples observées sont alors, dans les deux systèmes d'axes anciens et nouveaux :

$$(001) = (10\bar{1})',$$
$$(10\bar{1}) = (001)',$$
$$(101) = (201)',$$
$$(011) = (12\bar{1})',$$
$$(110) = (122)',$$
$$(112) = (320)'.$$

Les paramètres sont :

$$1,154 : 1 : 1,770 ; \eta' = 88^\circ 49'.$$

Dans ce nouveau système, on reconnaît que les paramètres des axes sont, à moins de 1/16 près, égaux à ceux de système (IV,2), lesquels sont, en effet :

$$1,225 : 1 : 1,732.$$

Le carbonate de thallium se rapproche donc beaucoup, au point de vue cristallographique, de la cérusite. Ce rapprochement apparaîtra mieux si l'on prend pour unité le paramètre de l'axe des z', car les autres paramètres deviennent alors :

$$0,652 : 0,565 : 1.$$

Or, les paramètres de la Withérite sont :

$$0,723 : 0,610 : 1.$$

La différence ne paraît considérable que parce que les deux formes s'approchent, en sens contraire, de la forme cubique intermédiaire dont les paramètres sont :

0,707 : 0,577 : 1.

Titanates. — On sait que la Pérowskite ($Ca\ Ti\ O^3$) est, d'après M. Ben Saude, pseudo-cubique rhombique avec la forme du cube rapportée à un axe quaternaire et deux axes binaires.

Quant à $MgTiO^3$, le plus ou moins parfait isomorphisme habituel de la magnésie et de la chaux rend vraisemblable que la forme doit être voisine de celle du cube. On sait en effet que $Mg\ TiO^3$, $FeTiO^3$, $FeFeO^3$ sont isomorphes entre eux et que la forme qui leur est commune avec Al^2O^3 est celle d'un rhomboèdre dont le paramètre de l'axe ternaire est voisin de 1,41 (1,359 Fe^2O^3 ; 1,385 $Fe\ TiO^3$). Ce paramètre est le double de celui de l'axe ternaire du cube rapporté à ses axes pseudo-binaires (III,2). Nous avons déjà rencontré cette forme pour le bromate de potasse.

Oxydes. — Dans tous les composés, Mn^2O^3 est isomorphe de Fe^2O^3; cet isomorphisme n'apparaît pas dans les deux sesquioxydes cristallisés, car Mn^2O^3 est quadratique avec $a : c = 1 : 0,98$; mais le paramètre étant très voisin de 1, il est clair que le réseau de la *braunite* est pseudo-cubique comme celui de l'oligiste.

On connaît d'ailleurs d'autres sesquioxydes qui forment une famille très nette; ce sont ceux d'arsenic, d'antimoine et de bismuth. Les deux premiers sont isodimorphes entre eux, et l'une des formes communes est le cube. L'autre est rhombique et l'on a :

As^2O^3 rhomb. 0,76 : 1 : 0,70.
Sb^2O^3 rhomb. 0,78 : 1 : 0,74.

Ces deux formes doivent nécessairement avoir des rapports simples avec le réseau cubique, en vertu de la

loi qui lie les deux formes cristallisées d'une même substance. En effet, les paramètres du système II sont

$$1 : 1 : 0,707$$

et les paramètres des deux oxydes sont voisins de

$$0,75 = 3/4 : 1 : 0,707.$$

L'isomorphisme de Bi^2O^3 avec Sb^2O^3 est extrêmement vraisemblable. Il n'apparaît pas avec les paramètres ordinaires de Bi^2O^3, qui sont :

$$0,82 : 1 : 1,06.$$

Mais il devient clair si l'on se rappelle que les paramètres du système IV,2 sont : 1 : 0,82 : 1,41, et qu'on a : $1,06 = 4/3.1,41$.

Des sesquioxydes cristallographiquement connus, il ne reste plus que celui de lanthane, qui est rhombique avec les paramètres 0,566 : 1 : 0,686, très voisins des paramètres rhombiques du cube (IV,1), 0,577 : 1 : 0,707.

Si nous passons maintenant aux protoxydes, nous verrons que la plupart de ceux de la série magnésienne et barytique sont cubiques. Ce sont : MgO, MnO, NiO, CdO, SrO, BaO, Cu^2O. Mais, tandis que tous les sels de MgO, d'une part, et de ZnO ou GlO, de l'autre, sont isomorphes entre eux, les oxydes eux-mêmes ne le sont pas, car ces deux derniers oxydes sont hexagonaux avec $a : c = 1,603$ (ZnO) et $a : c = 1,587$ (GlO).

L'isomorphisme de ces oxydes avec les oxydes cubiques n'est pas douteux, car dans l'oxyde de zinc naturel, on trouve toujours de l'oxyde de manganèse mélangé. Il est d'ailleurs justifié, si l'on remarque que $1,63 = 4/3$ 1,22 (III,1). Le rhomboèdre des oxydes de zinc et de glucine a son axe ternaire précisément double de celui du rhomboèdre de la calcite, de la Würtzite, de l'iodyrite, de l'azotate de soude, etc.

Les sels de protoxyde de plomb, de baryte et de stron-

tiane sont constamment isomorphes, mais le premier oxyde est rhombique, tandis que les deux derniers sont cubiques. Cette anomalie singulière disparaît, si l'on remarque que les paramètres de PbO sont 0,67 : 1 : 0,97, c'est-à-dire voisins de 2/3 : 1 : 1. HgO est isomorphe de PbO.

Quant à l'oxyde de cuivre (CuO), il est clinorhombique ; mais si l'on change les axes des x et des z de manière à avoir $x' = (20\bar{1})$, $z' = (10^2)$, $x'z' = 88°29$, $(\bar{1}11) = (\bar{3}21)'$ $(011) = (\bar{1}22)'$ les paramètres deviennent 1,732 : 1 : 1,431, c'est-à-dire des nombres très voisins de 1,73 = 3.0,58, 1,41 = 2.0,71 (IV,1).

La glace H^2O cristallise, d'après M. Groth, sous la forme d'un rhomboèdre dont le paramètre de l'axe ternaire est 1,10, voisin de 1,414 = 2 × 0,71 (III,2).

Tous les protoxydes connus peuvent donc être considérés comme ayant un réseau approximativement cubique.

Le groupe des bioxydes se compose de substances quadratiques (ZrO^2, RuO^2, SnO^2, TiO^2 (Rutile), qui sont isomorphes entre eux, car la zircone, d'après Nordenskiöld, cristallise en prismes carrés, dont la hauteur est presque égale au côté de la base, tandis que dans les autres, la hauteur est presque exactement les 2/3 de l'axe binaire.

Mais TiO^2 cristallise aussi sous la forme rhombique (Brookite) avec les paramètres 0,594 : 1 : 1,12. Ces paramètres doivent donc avoir des rapports simples avec ceux du réseau cubique, et ils se rapprochent, en effet, beaucoup des nombres 0,577 : 1 : 1,06 = 3/2. 0,707 (IV,1).

La silice SiO^2 cristallise sous la forme de l'asmanite avec une forme rhombique ou quasi rhombique, dont les paramètres sont très voisins de ceux de la Brookite. L'autre forme de SiO^2 doit donc aussi avoir des rapports simples avec le réseau cubique; c'est, en effet, un rhomboèdre dont le paramètre de l'axe ternaire, 1,10, est voisin de 1,06, qui est les 3/2 de 0,707 (III,2).

Quant aux oxydes salins, R^2O^4, ils sont généralement

cubiques avec les spinelles; il y a cependant une exception, celle de la cymophane (Al^2GlO^4); cette anomalie s'explique aisément, si l'on remarque que les paramètres 0,470 : 1 : 0,580 de cette substance rhombique sont très voisins de 0,471 = 2/3. 1,41 : 1 : 0,577 (IV,1).

Or, la forme de la cymophane est presque exactement celle du péridot ($MgSiO^4$). Nous sommes ainsi amenés à penser que les silicates pourraient former une série analogue à celle des oxydes. C'est, en effet, ce que nous établirons plus loin.

Le tableau suivant résume ce que nous venons de dire sur les oxydes.

OXYDES.

PROTOXYDES

RO (1)	Cub			
Zn O	1,603 R	1.63=4/3.1,22		III,1
GlO	1,587 R	id.		id.
H^2O	1,40 R	1.41= 2.0,71		III,2
PbO	0,67 0,97	0.67=2/3	1	I
HgO	0,65 0,95	id.	id.	id.
CuO	1,49 1,36 80°28'			
	ou avec			
	x'=[201] z'=[102]			
	($\bar{1}$11)=($\bar{3}$21)'			
	1,732 1,431 88°29'	1,73=3.0,58	1,41= 2.0,71	IV,1

SESQUIOXYDES

Fe^2O^3	1,36 R	1.41=2.0,71		III,2
Al^2O^3	id.			
Cr^2O^3	id.			
As^2O^3	A 0.76 0.70	0.82	0.71=1/2.1,41	IV,3
	B Cub			
Sb^2O^3	A 0.78 0.74	0.82	0.71=1/2.1,41	IV,3
	B Cub			
Bi^2O^3	0.82 1.06	0.82	1.06=3/4.1,41	id.
La^2O^3	0.57 0.69	0.58	0.71	IV,1
Mn^2O^3	0.98 Q	1		I

(1) R=Mg, Mn, Ni, Cd. Cu^2, Sr, Ba.

BIOXYDES

Zr^2O^4	1.006 Q	1		I
$ZrSiO^4$	0.64 Q	0,67=2/3		id.
Ru^2O^4	0.67 Q	id.		id.
Sn^2O^4	0.67 Q	id.		id.
Ti^2O^4	A 0.64 Q	id.		id.
	B 1.78 Q	1.89=8/3.0,71		II
	C 0.594 1,12	0.58	1.06=3/2.0,71	IV.1
Mn^2O^4	0.94 0.73	0.94=2/3.1,41	0.71=1/2.1,41	II
Si^2O^4	A 1,10 R	1.06=3/2.0,71		III,2
	B 0.58 1,10	0.58	1.06=3/2.0,71	IV,1

TRIOXYDES

CrO^3	0.72 0.63	0.71	0.67=2/3	II
MoO^3	0.77 0.48	0.77=4/3.0,58	0.47=2/3.0,71	IV,1
WO^3	0.70 0.40	0.71=1/2.1.41	0.41=1/2.0,82	IV,3

OXYDES SALINS

R^2O^3,MO (Spinelles)	Cub			
Al^2O^3,GlO	0.47 0.58	0.47=2/3.0.71	0.58	IV,1
Mn^3O^4	1,15 Q	1.06=3/2.0,71		

On voit que nous sommes conduits, en combinant les considérations relatives à l'isomorphisme et au dimorphisme, à regarder comme possédant un réseau quasi-cubique des substances qui n'ont réellement entre elles aucune analogie chimique. Des considérations analogues peuvent être poursuivies sur un grand nombre d'autres séries cristallographiques.

Je suis forcé de laisser de côté, pour ne pas trop allonger plusieurs des séries que j'ai complètement étudiées, telles que celles des chlorures, bromures et iodures.

Le tableau suivant comprend tous les sulfures simples.

4° Sulfures.

PROTOSULFURES

AsS	1,44	0.97	66°5'			
	ou avec					
	x'=[$\bar{3}$02]	z'=[102].				
	(111)=($\bar{1}$13)'	(110)=($\bar{3}$11)'				
	2.702	1.890	88°55'	2.60=3/2.1,73	1.84=3/2.1,23	IV,2
PbS	Cub.					
MnS	Cub.					
ZnS	A Cub					
	B 0.810	R		0.816=2/3.1,23		III,1
CdS	0.825	R		id.		id.
FeS	0.862	R		id.		id.
NiAs	0.819	R		id.		id.
NiSb	0.859	R		0.816=2/3.1,23		
NiS	0.989	R		0·944=4/3.0.71		II
Cu^2S	A Cub					
	B 0.582	0.971		0.577	0.944=4/3.0,71	IV,1
Ag^2S	A Cub.					
	B 0.689	0.995		0.71	1	II
Ag^2Sb	0.578	0.672		0.58	0.71	IV,1
HgS	1,145	R		1.06=3/2.071		III,2
CuS	1,147	R		id.		id.

SESQUISULFURES

As^2S^3	0.90	1.01	0.94=4/3.0.71	1	II
S^2bS^3	0.98	1.01	id.	id.	
Bi^2S^3	0.97	0.99	id.	id.	

BISULFURES.

FeS^2	A Cub				
	B 0,75	1.18	0.71=1/2.1,41	1,23=3/2.0.82	IV,3
$FeAs^2$	0.66	1.28	id.	id.	

Tous les autres bisulfures ou biarséniures appartiennent à l'une de ces deux formes.

Il faut remarquer combien la série des protosulfures RS devient simple, car son isodimorphisme est le même que celui de la série des azotates.

Mais ce qui est particulièrement intéressant, c'est que nous arrivons à considérer comme pouvant être isomorphes, les protosulfures, les sesquisulfures et les bisulfures. On en conclut que ces sels peuvent être susceptibles de se mélanger isomorphiquement de manière à donner des composés extrêmement complexes, et l'on peut comprendre ainsi la composition des nombreux sulfosels que nous présente la nature minérale.

Le tableau suivant montre en effet que tous les sulfosels peuvent être considérés comme dérivant d'un réseau cubique.

SULFOSELS

CuS,FeS (Chalcopyrite)	0.986 Q	1		I
Cu^3FeS^3 (Phillipsite)	Cub			
$AgFe^2S^3$ (Sternbergite)	0.583 0.839	0.577=1/3.1,73	0.82=2/3.1,22	IV,2
Ag^2S,Sb^2S^3 (Miargyrite)	0.998 2.91 81°36' ou avec $x' = \bar{x}\ z' = [102]$ $(111) = (\bar{2}21)'$			
	0.998 0,940 88°32'	1	1	I
$PbS\ Sb^2S^3$ (Zinckénite)	0.570 0.598	0.577=1/3.1,73	0,612=1/2.1,23	IV,2
$3Cu^2S,2As^2S^3$ (Binnite)	Cub.			
$2PbS,As^2S^3$ (Dufrénoysite)	0.94 1.53	1	1,50=3/2	I
$5(Pb,Ag^2)S,2Sb^2S^3$ (Freieslebenite)	A 0.492 0.734	0.50=1/2	0.71	II
	B 0.587 0.928 87°46'	0.577	0.94=4/3.0.71	IV,I
$2PbS,Cu^2S,Sb^2S^3$ (Bournonite)	0.938 0.897	0.92=3/4.1.23	0.87=1/2.1.73	IV,II
$3Ag^2S,As^2S^3$ (Argent rouge)	0,803 R	0.816=2/3.1.23		III,I
$4RS(Sb^2,As^2)S^3$ (Cuivre gris)	Cub			
$4PbS,As^2S^3$ (Jordanite)	0,538 2,031	0.581=3/4.0.71	2	II
$4PbS,Sb^2S^3$ (Méneghinite)	0.949 0.686	0.944=4/3.0.71	0.67=2/3	II

$5Pbs,Sb^2S^3$ (Géocronite)	0.58	0.48	0.58	0.47=2/3.0.71	id.
$5Ag^2S,Sb^2S^3$ (Stéphanite)	0.629	0.685	0.612=3/4.0.82	0.707=1/2.1.41	IV,3
$Pbs,4Sb^2S^3$ (Plagionite)	1.136	0,421 71°28' ou avec $x'=[\bar{1}02]$ $z'=[103]$ $(101)=(203)'$			
	1.421	0.802	1.414	0.816	IV,3
$9(Ag,Cu^2)S,(Sb,As)^2S^3$ (Polybasite)	0.577	0.408	0.577=1/3.1,73	0.408=1/3.1,23	IV,2
$4,Cu^3S^2,As^2S^3$ (Energite)	0.87	0,82	0.87=1/2.1,73	0.82=2/3.1,23	IV,2
$Ag^6As^2S^3$	2,32	R	2.45=2.1,23		III,

5° Corps simples.

On sait que la plupart des corps simples sont cubiques. Il y a cependant plusieurs exceptions. Une des plus remarquables est celle du soufre, qui est dimorphe. Sous l'une de ses formes, il est rhombique, avec les paramètres 0,81 : 1 : 1,90, très voisins de 0,82 : 1 : 1,89 = 4/3. 1,41 (IV, 3). Sous l'autre forme il est clinorhombique avec les paramètres 1,48 : 1 : 1,34, η = 89°48', voisins de 1,41 = 2.0,71, 1,33 = 4/3 (II). La parenté des deux formes du soufre se trouve donc ainsi très simplement expliquée.

Le sélénium est clinorhombique avec les paramètres 1 : 1 : 1,27, η = 89°15', voisins de 1 et 1,33 = 4/3 (I).

On comprend ainsi pourquoi le soufre et le sélénium peuvent se mélanger en toutes proportions en donnant des cristaux clinorhombiques dont les paramètres 1,05 : 1 : 0,71, η = 88°16', sont voisins de 1 : 1 : 0,707 (II).

Le tableau suivant explique, en outre, le dimorphisme du carbone et montre que tous les corps simples peuvent être considérés comme ayant un réseau presque cubique.

CORPS SIMPLES.

Ag,Cu,Au,Fe,Si, Pt,Pd,Ph	Cub.				
As,Sb,Bi,Te	1.40 R		1.41 = 2.0.71		III,2
$Ir^m Os^n$	1.41 R		id.		
Bo	0.576 Q		0.531 = 3/4.0,71		II
Mg	1,64 R		1.63 = 4/3.1,23		III.1
Zn	2.48 R		2.12 = 3×0.71		III,2
Zn^2Sb	0.76	0.96	0.75 = 3/4	1	II
Cu^2Zn et Cu^3Zn	Cub.				
Sn	0.78 Q		0.75 = 3/4		
C	A 0.707	0.509 88°14'	0.71	0.50 = 1/2	II
	B Cub.				
S	A 0.81	1.90	0.82	1.89 = 4/3.1,41	IV.3
	B 1,48	1,34 89°48'	1.41 = 2.0,71	1,33 = 4/3	II
Se	1	1,27 89°15'	1	1,33 = 4/3	I
Se + nS	1.05	0.71 88°16'	1	0,71	II
I	0.487	0.732	0.50 = 1/2	0,71 = 1/2.1,41	II

6° Silicates.

Nous avons vu plus haut que le péridot, qui a la même forme que la cymophane, peut être considéré comme ayant un réseau à peu près cubique. Cela nous amène à étudier la grande série des silicates, si importante à cause du rôle qu'elle joue dans la nature. Le tableau suivant montre qu'en effet tous les silicates peuvent être considérés comme ayant un réseau cubique. Il fait voir comment, malgré des formes en apparence incompatibles, les silicates de zinc et de glucine ($Zn^2 SiO^4$, $Gl^2 SiO^4$) sont isomorphes de $Mg^2 SiO^4$; isomorphisme d'ailleurs nécessaire, puisque certains péridots contiennent jusqu'à 11 0/0 de ZnO.

On remarquera aussi que la néphéline ($Na^2O, Al^2O^3, 2SiO^2$) cristallise sous cette forme rhomboédrique qui est celle de la Würtzite, de l'azotate de soude, de la calcite, etc., etc., et qui se trouve si souvent associée avec une seconde forme cubique. On s'explique alors le mélange de ce sel en proportions variables avec Na Cl (sodalite). D'un autre côté, le mélange du même sel en proportions variables avec

$Na^2 SO^4$ (noséane), conduit à penser que $Na^2 SO^4$ lui-même possède un réseau quasi-cubique, et c'est en effet ce que nous démontrerons plus loin.

SILICATES

Péridot	0.466	0.587		0,472 = 2/3.0.71	0.577	IV,1
Willémite	0.674	R		0.707		III,2
Phénakite	0.661	R		id.		id.
Humite	0. 93	4.07		0.94 = 4/3.0.71	4	II
Dioptase	0.528	R		0.531 = 3/4.0.71		III,2
Friedelite	0.562	R		id.		id.
Leucophane	1.06	1.05		1.06 = 3/4.1.41	1.06 = 3/4.1,41	II
Hypersthène	1.03	0.587		1.06 = 3/2.0.71	0.577	IV,1
Diopside	1.06	0.594	89°38'	id.		
Hornblende	0.532	0.294	75°2'			
	ou avec					
	x' = [$\bar{2}$01] z' = z					
	(111) = (312)' (110) = (210)'					
	1.028	0.587	88°57'	1.06 = 3/2.0,71	0,577	IV,1
Triphane	1.05	0.77	89°13'	1.06 = 3/2.0,71	0.75 = 3/4	II
Rhodonite	1.08	0.603		1.06 = 3/2.0,71	0,577	IV,1
	ξ 94°39' η = 89°39' ζ = 92°26'					
Wollastonite	0.966	1.114	69°48'			
	ou avec					
	x' = [$\bar{3}$02] z' = [101]					
	(201) = ($\bar{1}$03)' ($\bar{2}$01) = (201)'					
	1.056	1.197	89°24'	1.059 = 3/2.0,71	1.15 = 2.0,577	IV,3
Andalousite	0.986	0.702		1	0.707	II
Disthène	0,58	0,41		0.58 = 1/3.1,73	0.41 = 1/3.1,22	IV.2
	ξ = 89°38' η = 90° ζ = 89°26'					
Topaze	0.529	0.954		0,544 = 2/3.0.82	0.944 = 2/3 1,41	IV,3
Sphène	0.427	0.648	85°22'			
	ou avec					
	x' = [$\bar{2}$01] z' = [10$\bar{1}$]'					
	(111) = (310)' (021) = (12$\bar{1}$)'					
	1.035	0,813	86°57'	1.059 = 3/4.1,41	0.816	IV,3
Staurotide	0.480	0.676		0,50 = 1/2	0,707	II
Idocrase	0.537	Q		0,531 = 3/4.0,71		II
Méionite	0.440	Q		0.472 = 2/3.0,71		id.
Humboldtilite	0.643	Q		0.67 = 2/3		I
Liévrite	0.667	0.443		0.707	0.432 = 3/4.0.58	IV,1
Zoïsite	0.622	0.367		0.612 = 3/4.0.82	0.353 = 1/4.1,41	IV,3

Epidote	1,584 1,815 64°39'			
	ou avec			
	x'=x z'=[$\bar{1}02$]			
	($\bar{1}11$)=($\bar{1}11$)' (110)=(111)'			
	1.584 3.280 89°36'	1,632=4/3.1,23	3,46 = 2.1,73	IV
Prehnite	0.840 1.12	0,816=2/3.1,23	1,15=2/3. 1,73	IV
Axinite.	0.493 0.451			
	ξ=82°54' η=88°9' ζ=131°33'			
	ou avec			
	x'=[023] y'=[310] z'=[0$\bar{1}$3]			
	($\bar{1}\bar{1}1$)=(444)'(040)=(20$\bar{1}$)' (001)=(101)'			
	x'y'=87°59' x'z'=89°47' y'z'=88°54'			
	1,332 0.7104	1.41	0.707=1/2.1,41	II
Pétalite	1,154 0.744 67°34'			
	ou avec			
	x'=[$\bar{1}$01] z'=[102]			
	(111)=($\bar{2}$13)' ($\bar{1}\bar{1}1$)=(011)'			
	1,593 1,496 87°29'	1.632=2.0,82	1.414	IV
Émeraude	0.499 R	0.472=2/3.0.71		II
Euclase	0.630 0.632 88°18'			
Homilite	0.625 0.641 89°21'	0.67=2/3	0.67=2/3	I
Datolite	0.633 0.635 89°51'			
Gadolinite	0.625 0.659 89°28'			
Tourmaline	0.447 R	0.472=2/3.0.71		II
Orthose	0.659 0.555 63°57'			
	ou avec			
	x'=[201] z'=z			
	($\bar{1}\bar{1}1$)=($\bar{1}\bar{1}1$)' (001)=(101)'			
	1.183 0.555 88°53'	1,225	0.577=1/3.1,73	IV
Néphéline	0.839 R	0.816=2/3.1,23		IV
Cordiérite	0.587 0.539	0.612=1/2.1,23	0.577=1/2.1,73	IV
Calamine	0.784 0.478	0.816	0.472=1/3.1,41	IV
Apophyllite	1.25 Q	1,33=4/3		I
Thomsonite	0.99 1	1	1	I
Mésotype	0.979 0.354	1	0.353=1/2.0,71	I
Harmotome	1.02 0.70 90°	1	0.71	II
Chabasie	1.09 R	1.06=3/2.0,71		
Edingtonite	0.67 Q	0.71		II
Laumontite	1.145 1.181 68°46'			
	ou avec			
	x'=[10$\bar{1}$] z'=[101]			
	(110)=(111)' ($\bar{1}$04)=(100)'			
	1.920 1.314 88°5'	1.84=3/2.1,23	1,30=3/4.1,73	IV
Stilbite	1.08 0.81	1.06=3/4.1,41	0.82	IV
Heulandite	0.396 0.470 88°35'	6.384=2/3.0,58	0.472=2/3.0,71	IV

7° Sulfates.

Je terminerai ces exemples en donnant le tableau des sulfates; cette série est particulièrement intéressante, non seulement parce qu'elle est exceptionnellement nombreuse, mais encore parce qu'elle contient beaucoup de formes clinorhombiques et même anorthiques.

Il est remarquable de voir que toutes ces formes peuvent, d'une manière simple, se transformer de manière que les inclinaisons mutuelles des axes cristallographiques soient voisins de 90°, en donnant des formes pseudo-rhombiques.

J'avais préparé le tableau complet de la cristallisation de tous les sulfates. Pour ne pas abuser de la place qui m'est offerte par le *Bulletin*, je me restreindrai aux sulfates les plus intéressants.

SULFATES

1° SULFATES ANHYDRES

SO^4Am^2	0.564	0.731	0.57	0.707	IV,1
K^2	0.573	0.746	id.		
Rb^2	0.578	0.747	id.		
Cs^2	id.				
Na^2	1.690	2.112	1.73 =3.0.58	2.12=3.0.71	IV,1
Ag^2	0.571	1.238	0.577=1/3.1,73	1,83	IV,2
Tl^2	0.554	0.732	0.544=2/3.0.82	0.71=1/2.1.41	IV,3
Ba	0.82	1.31			
Sr	0.78	1.28	0.82	1.41	IV,3
Pb	0.79	1.29			
Ca	0.89	1	0.94 =4/3.071	1	II
Cu	0.80	0.565	0.816=2/3.1,23	0.577=1/3.1.73	IV,2

2° SELS DOUBLES

$mK^2SO^4+Am^2SO^4$	0.57	0.75	0.58	0.71	IV,1
$mK^2SO^4+nNa^2SO^4$	1,30	R	1.23		III,1
SO^4AmLi	A 0.577	0.961	0.577	0.944=4/3.0.71	IV,1
. .	B 0.582	0.598	0.577=1/3.1,73	0,612=1/2.1,22	IV,2

KLi	1.66 R	1.63 =4/3.1,23	III.1
NaLi	0.550 R	0.531=3/4.0.71	III 2
$Na^2Ca(SO^4)^2$ (Glaubérite)	0.84 0.82 68°16' ou avec x'=[$\bar{1}$01] z'=[401] (111)=(042)' 1,385 0.931 87°44'	1.414 0.944=1/3.1,41	II
$CuSO^4+CuO$	1.48 1.48 66°8' ou avec x'=[401] z'=[$\bar{1}$01] (100)=(10$\bar{1}$)' (001)=(101)' 1.612 2,478 89°43'	1,73 2.45=2.1,22	IV 2
$PbSO^4+PbCO^3$ (Lanarkite)	0.87 1,38 88°11'	0.87=3/2.0,58 1.41=2.0,71	IV.1
$3PbSO^4+2PbCO^3$ (Calédonite)	1.53 1.09	1.50=3/2 1.06=3/2.0,71	II
$PbSO^4+3PbCO^3$ (Leadhillite)	1,72 1.26	1.73 1.23	IV.2

SULFATES HYDRATÉS

a. — SULFATES HYDRATÉS SIMPLES

SO^4Li^2+aq	1.61 1.69 87°30'	1.62=4/3.1,22 1.73	IV.
—Mg+aq	0.92 0.75 88°53'	0.94=4/3.0.71 0.77=4/3.0,58	IV 1
—Ca+2aq	0.69 0.41 80°57' ou avec x'=[$\bar{3}$01] z'=z (111)=($\bar{3}$11)'		
	1.021 0.414 87°30'	1.06=3/4.1,41 0.408=1/2 0.82	IV
—Cu+3aq	8.432 0.552 83°35' ou avec x'=[$\bar{2}$01] z'=[101] (111)=($\bar{1}$12)' ($\bar{1}$11)=(310)'		
	1.076 0.662 86°38'	1.06=3/4.1.41 0.707=1/2.1,41	II
—Gl+4aq	0.669 Q	0.667=2/3	
—Mn+4aq	0.864 0.587 89°7'	0.816=2/3.1,23 0.577=1/3. 1,73	IV 2
—Cu+5aq	0.526 0.562 (1)		I.

(1) J'adopte ici la forme primitive qui a été calculée par M. Rammelsberg, pour la comparer à celle des sufates isomorphes de manganèse et de fer. Je corrige seulement une erreur de transcription qui a fait imprimer xz = 109° 49'.

	xy=92°54'xz=106°49'yz=112°48' ou avec x'=[101] y'=[132] z'=[$\bar{1}$01] x'y'=91°31' x'3'=86° y'z'=91°39' (100)=(1$\bar{1}$1)' ($\bar{1}$10)=($\bar{1}$21)'		
—Mg+6aq	0.693 0.939 1.40 1.66 81°26' ou avec x'=[301] z'=[$\bar{1}$03] (111)=(211)' ($\bar{1}$11)=($\bar{1}$12)'	0.707=1/2.1,41 0.93=2/3.141	II
SO⁴Ni+6aq	2.146 2.688 88°59' A. Isom. aux sulfates de magnésie, de zinc et de cobalt.	2.12=3/2.1,41 2,82=2×1,41	
—Fe+7aq	B1.91Q 1.18 1.54 75°44' ou avec x'=[$\bar{2}$01] z'=[102] (110)=($\bar{2}$21) (001)=($\bar{1}$02)'	2.0	
—Co+7aq	1,242 1,784 86°4' (1) A Isom. au précédent. B. Isom. au suivant	1.225 1.73	IV,2
—Ni+7aq	0 98 0.566	0,944=4/3.0.71 0.577	IV,1
Mn etZn+7aq	Isom. au précédent		
—Na²+10aq	1.12 1.24 72°15 ou avec x'=[201] z'=[10$\bar{3}$] (110)=(211)' (100)=(201)'		
	2.198 1.419 89°59'	2,12=3/2 1,41 1, 414	II

SULFATES DOUBLES HYDRATÉS

(SO⁴)²K²Ca+aq (Kaluszite)	A. 0,95 0.75 B. 1,37 0.874 76° ou avec x'=[301] z'=z (310)=(310)'	094=2/3.1.41. 0.71=1/2.1,41	II
	1,330 0,874 88°16'	1,41=2×0.71 0.864=3/2.058	IV,1
(SO⁴)²K²Mn+3/2aq	0.96 1.97 76°		

(1) Je préfère cette solution à celle de M. Rammelsberg, qui fait x'=[$\bar{2}$01,z'=[101], z'=88°44'. Elle est en effet plus en accord avec la forme pseudo-rhomboédrique du triol. Ce pseudo-rhomboèdre est voisin du rhomboèdre de 81°47' (81°23' Haüy),dont l'axe t égal à 2,121=3×0.71. On a en effet (110) ($\bar{1}$10)=82°12', (110)(001)=80°41'. L'axe terire de ce pseudo-rhomboèdre est notre x'.

	ou avec x'=[1$\bar{0}$1] z'=[301] (101)=(001)'(1$\bar{0}$1)=(101)'(011)=(1$\bar{2}$1)'			
—K^2Mn+2aq	1,194 1,549 89°28' 1.235 1.391 yz=94°44' xz=110°11' xy=107°54'	1,15=2/3.1,73	1.63=4,3.1,22	IV.
	ou avec x'=[311] y'=[011] z'=[0$\bar{2}$1] y'z'=89°19' x'z'=93°52' x'y'=92°16'			
	(1$\bar{0}$1)=($\bar{2}$11)'(010)=(11$\bar{2}$)' (001)=(111)' (100)=(100)'	0.71	1.50=3/2	I
	0.687 1,538.			
$LiSO^4$+3aq +n(Na^2SO^4+3aq)	0.902 R	0.92=3/4.1,23		II
$(SO^4)^2K^2Mn$+4aq	1,25 1.03 85°			
	ou avec x'=[101] z'=[$\bar{2}$03] (110)=(11$\bar{1}$)' (100)=(10$\bar{1}$)'			I
	1,549 1.036 89°43'	1.50=3/2	1.06=3/2.0.71	
—Na^2Mn+4aq	1.34 1.34 80°42' ou avec x'=[101] z'=[101] (110)=(11$\bar{1}$)' (1$\bar{0}$1)=(001)'			
	2.042 1.735 89°39'	2.12=3.0,71	1.73=3.0,58	IV.

Na^2Mg et Na^2Zn remplacent isomorphiquement Na^2Mn.

—Am^2Mg+6aq	0.74 0.49 71°50'			I
	ou avec x'=[1$\bar{0}$1] z'=[102] (110)=(111)' (001)=(102)'			
	1.0077 1.0236 88°12'	1	1	

K^2Zn, Tl^2Zn, Am^2Ni, Na^2Ni, Tl^2Ni, Am^2Co, K^2Co, Am^2Mn, Am^2Fe, K^2Fe, Tl^2Fe. Na^2
Am^2Cu, K^2Cu, Am^2Cd, K^2Cd, remplacent isomorphiquement Am^2Zn.

IV. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Hypothèse à laquelle on est amené. — On remarquera que dans ce tableau, comme dans les précédents, les deux coefficients par lesquels on multiplie les paramètres expérimentaux pour les comparer aux paramètres cubiques, ont entre eux des rapports simples. Cette condition restreint beaucoup le nombre des combinaisons auxquelles on peut avoir recours. Elle est d'ailleurs nécessaire, car si elle n'était pas remplie, il suffirait de changer le

paramètre pris pour unité pour que la simplicité des coefficients cessât d'exister.

En résumé, on voit que pour toutes les substances fort nombreuses et choisies dans des séries fort diverses, que nous avons examinées, on peut considérer la forme cristalline comme dérivant très simplement du cube; c'est-à-dire que les paramètres cristallins dérivent à peu près de ceux du réseau cubique, en multipliant ceux-ci par des coefficients qui sont compris parmi les rapports des quatre nombres : 1, 2, 3, 4.

Tous ces exemples, ainsi que tous ceux, plus nombreux encore que j'ai rassemblés et que je ne puis insérer ici, semblent donc prouver qu'on peut dériver, d'une manière simple, des paramètres du cube, les paramètres cristallins de tous les corps; et qu'il est possible par conséquent de regarder le réseau cristallin de tous les corps comme étant sous un certain rapport, et avec une certaine appoximation, le réseau cubique lui-même.

Peut-on aller plus loin, et est-il permis de dire que non seulement cela est possible, mais encore que les choses se passent nécessairement ainsi? Je ne crois pas que, pour établir une conclusion en apparence au moins si étrange, de simples coïncidences numériques, quelque multipliées qu'on les suppose, puissent suffire. En effet, malgré la simplicité des coefficients admis pour multiplier les paramètres expérimentaux, la tolérance, de 1/15 environ, à laquelle on est forcé de recourir, est de nature à faciliter les coïncidences invoquées, et, par suite, à en diminuer la portée. Cette tolérance est cependant dans la nature des choses, et ne peut être évitée, puisque l'observation montre que la nature en admet une semblable entre les paramètres des substances les plus certainement isomorphes.

Argument tiré de l'isomorphisme et du dimorphisme. — C'est pour cette raison que j'ai particulièrement insisté sur

les raisons très sérieuses qui viennent à l'appui des simples coïncidences numériques, et qui en augmentent considérablement la valeur. C'est ainsi que l'on peut établir par des arguments théoriques et expérimentaux, la structure quasi-cubique du réseau des azotates, des chlorates et des carbonates.

Des raisons du même ordre peuvent être invoquées pour les protosulfures, les protoxydes, etc.

Mais on peut faire valoir, en faveur de l'hypothèse, des arguments généraux d'une autre nature et qui me paraissent d'un certain poids.

Simplicité de l'hypothèse. — Il faut le reconnaître tout d'abord, l'hypothèse que tous les corps ont une structure cristalline cubique introduit dans la science une simplicité remarquable. On conçoit, en effet, que toutes les molécules aient une tendance naturelle à s'empiler de manière à occuper le minimum d'espace. Ce mode d'empilement, qui est celui des piles de boulets, est précisément celui qui est caractérisé par le mode réticulaire du cube à faces centrées. Tel serait donc le type constant, en quelque sorte, que tendrait à prendre l'arrangement moléculaire cristallin.

La diversité des actions intermoléculaires introduirait seulement dans ce type les divergences relativement faibles que constate l'observation.

Répétition des mêmes types cristallins. — Non seulement l'hypothèse est la plus simple qu'il soit possible de faire, mais elle paraît seule pouvoir expliquer des faits très importants qui ont frappé tous les cristallographes et qui n'ont encore reçu aucune explication.

Le premier de ces faits est la répétition en quelque sorte indéfinie de formes cristallines sinon identiques, au moins extrêmement voisines. Il suffit, par exemple, de parcourir un ouvrage, comme celui de M. Rammelsberg,

où l'on donne, pour chaque substance, le tableau des distances angulaires qui séparent les principales faces, pour ne pas être frappé que les mêmes incidences reparaissent à chaque page. En faisant, même très sommairement, un semblable travail, on reste convaincu que le nombre des types cristallins n'est pas très considérable.

C'est une observation analogue qui avait frappé M. Wyrouboff et qui l'avait amené dans une série importante de recherches publiées ici même, à montrer, pour quelques séries particulières, telles que celles des sulfates, des chromates et des tartrates, que toutes les substances qui les composent, se rattachent au même type cristallin.

Il suffit d'ailleurs, pour bien faire voir la valeur de cette observation, de montrer que des substances très nombreuses, très diverses, sans aucune analogie chimique possible, ont, sous réserve de la tolérance nécessaire, la même forme cristalline.

On n'a qu'à se rappeler combien de substances se présentent avec la forme cubique proprement dite, sans qu'il soit d'ailleurs nécessaire de distinguer ici les corps réellement cubiques et les corps pseudo-cubiques. Il est vrai qu'on explique ordinairement cette fréquence de la forme cubique en considérant cette forme comme un *système cristallin* plutôt que comme une forme déterminée. Il est clair que ce n'est là qu'une échappatoire, et que la maille cubique est pour un réseau tout aussi caractéristique que celle de tel ou tel rhomboèdre déterminé.

Je prendrai un autre exemple dans le rhomboédre dont la valeur de l'axe est voisine de 0,816. J'ai relevè toutes les substances ternaires et sénaires contenues dans l'ouvrage de M. Rammelsberg ou connues des minéralogistes; j'en ai trouvé 146. Sur ce nombre, 29, soit 1/5 environ, ont leur axe ternaire compris entre 0,76 et 0,87. Près de la moitié de ces substances sont dimorphes, avec le cube pour seconde forme, ou sont nettement isomorphes de substances cubiques.

Enfin, dans un autre système cristallin, sur 109 substances quadratiques, 26, soit près du quart, ont le paramètre de l'axe quaternaire voisin de 1, c'est-à-dire compris entre 0,9 et 1,1.

Un autre fait très important, qu'explique l'hypothèse proposée, est celui de la fréquence singulière des cristaux à symétrie limite, c'est-à-dire possédant des axes de pseudo-symétrie. J'ai signalé jadis ces cristaux à l'attention des cristallographes, et depuis lors le nombre s'en accroît sans cesse. Je faisais en même temps remarquer que la fréquence d'une particularité aussi singulière devait tenir à quelque cause encore inconnue (1).

Il est évident que si la structure élémentaire de tous les cristaux est celle du réseau cubique, la fréquence des axes de pseudo-symétrie devient toute naturelle, puisque chacun des treize axes de symétrie du cube peut être un axe de pseudo-symétrie.

Antinomie qui existe entre les propriétés physiques des cristaux et quelques-unes de leurs propriétés cristallographiques. — Jusqu'ici nous n'avons fait appel qu'aux arguments d'ordre purement cristallographique. Nous nous adresserons maintenant à un autre argument d'ordre physique.

La loi de la variation, avec la direction, d'un phénomène physique quelconque produit dans un cristal, peut

(1) « Quoi qu'il en soit des découvertes que l'avenir nous réserve sur ce point (celui de la fréquence des cristaux à symétrie-limite), on peut se demander quelle est la raison qui donne à ces réseaux cristallins une structure si singulière et si contraire à celle qu'on pourrait se figurer *a priori*. Les réponses que l'on pourrait faire à cette question seraient toutes aujourd'hui bien hypothétiques, et il serait sans utilité de les discuter : mais il m'a paru nécessaire de signaler le problème qui se pose aux recherches et aux méditations des cristallographes. » (*Ann. des Mines*, 7, X, 1876.)

toujours être exprimée par un certain ellipsoïde. J'ai fait voir, dans le second volume de mon *Traité de cristallographie,* pourquoi il en est toujours ainsi. La théorie laisse d'ailleurs indéterminées les grandeurs des axes de ces ellipsoïdes.

Or, les observations les plus multipliées ont montré que tous ces ellipsoïdes, pour tous les corps, et pour tous les phénomènes physiques, sont voisins d'une sphère; les différences extrêmes des axes ne dépassent que rarement 1/10.

D'un autre côté, la nature du réseau cristallin peut être définie par les trois paramètres de trois directions rectangulaires ou quasi rectangulaires. Si ces trois paramètres sont égaux, le réseau est cubique ou quasi cubique; les différences entre ces trois paramètres mesurent en quelque sorte l'écart entre le réseau cubique et celui du corps. Il semble donc que ces différences doivent être en quelque manière proportionnelles à celles qui existent entre les ellipsoïdes physiques et la sphère. Or, c'est précisément le contraire qui a lieu, car les différences entre les paramètres cristallographiques sont finies et souvent très grandes, tandis que les autres sont toujours très petites. Il y a plus, dans les substances où les différences entre les paramètres cristallographiques sont très petites (comme dans la boracite, par exemple), les différences entre les axes de l'ellipsoïde optique peuvent devenir relativement grandes, tandis qu'elles se montrent très petites pour des substances, comme l'apatite où les paramètres cristallographiques sont très différents.

Il y a là une antinomie d'autant plus grave, qu'elle porte atteinte à une loi logique, supérieure même aux lois physiques, qui veut qu'il y ait proportionnalité entre la cause et l'effet.

Suivant la remarque qu'a bien voulu me communiquer notre collègue, M. Dufet, après ma communication à la Société, on peut présenter cette antinomie sous une forme plus concrète.

Comprimons un corps isotrope, tel qu'un cristal de sel gemme, les ellipsoïdes propres à chaque propriété physique sont modifiés. Si l'on mesure, par exemple, la surface de propagation calorifique, on voit que cette surface est un ellipsoïde peu différent d'une sphère, et la différence est proportionnelle à la pression ou au rapprochement des molécules dans un sens. La loi de proportionnalité entre l'effet et la cause, qui est violée dans le cas des cristaux, est ici respectée.

Mais, ce qui est encore bien plus démonstratif, c'est que la différence entre le nouvel ellipsoïde thermique et la sphère est *du même ordre de grandeur* que celle qu'on observe dans tel ou tel cristal quadratique, l'idocrase, par exemple, pour lequel on admet que les molécules, suivant l'axe de symétrie, sont deux fois plus rapprochées que suivant le plan de symétrie. Cependant la pression exercée n'a certainement modifié que de quantités extrêmement petites, les distances, primitivement égales, qui séparaient les molécules. N'est-ce pas là une preuve expérimentale manifeste que dans les cristaux, les différences qui existent entre les distances des centres de gravité des molécules, suivant les différentes directions de l'espace, sont du même ordre de grandeur que dans un cristal cubique comprimé d'une manière unilatérale? ce qui revient à dire que tous les réseaux cristallins sont à peu près cubiques.

A ne considérer que les phénomènes physiques, il ne semblerait donc pas douteux que la structure réticulaire des corps cristallins ne dût être considérée comme voisine de la structure cubique.

Mais la cristallographie a jusqu'ici fait rejeter une conclusion aussi naturelle. Il est, en effet, impossible d'expliquer les phénomènes cristallographiques de la calcite, par exemple, sans admettre que la maille du réseau formé intérieurement par les points jouissant de propriétés identiques, est un rhomboèdre dont l'axe ternaire a pour para-

mètre 0,854. La nature des formes simples principales, l'orientation des clivages, ne laissent sur ce point aucun doute.

Il paraît donc bien y avoir une réelle et sérieuse antinomie entre les phénomènes physiques et les phénomènes cristallographiques.

Solution de l'antinomie précédente. — Notre hypothèse tendrait à donner raison aux phénomènes physiques, et ce qu'il y a de remarquable, c'est que nous avons pu l'appuyer d'arguments exclusivement cristallographiques. Elle deviendra donc vraisemblable si nous parvenons à montrer qu'elle peut donner aussi satisfaction aux autres arguments cristallographiques qui l'avaient fait jusqu'ici péremptoirement écarter.

Le principe que, d'après la théorie de Bravais, identique au fond à celle d'Haüy, j'ai posé comme le fondement de la cristallographie rationnelle est celui-ci : « Il y a dans un corps un nombre infiniment grand de *points analogues,* c'est-à-dire autour desquels la répartition de la matière est identique. Ces points analogues forment un système réticulaire dont la maille est un certain parallélépipède. De la forme de cette maille découlent toutes les propriétés morphologiques du cristal. »

Or s'il paraît naturel de penser que tous les centres de gravité des molécules qui composent le corps sont des *points analogues,* cela n'est point nécessaire, et cela n'aura point lieu si les molécules, bien qu'identiques entre elles, n'ont pas toutes la même orientation.

Cette supposition que les molécules d'un corps peuvent n'être pas toutes orientées de la même façon paraît, au premier abord, tout à fait arbitraire et presque absurde. Telle est cependant la conséquence naturelle qui se déduit, comme je l'ai déjà développé dans des travaux antérieurs, et comme je l'ai rappelé plus haut, de l'existence de la polarisation rotatoire dans certains cristaux, ainsi que du phénomène bien plus général du dimorphisme et du pas-

sage soudain d'une forme à une autre forme cristalline différente. J'ai montré, en effet, que cette transformation subite s'explique aisément, si l'on admet qu'il est produit par des hémitropies moléculaires, c'est-à-dire par un changement périodique dans l'orientation des molécules.

On comprend donc que les propriétés morphologiques proprement dites, telles que la forme extérieure, les clivages, les hémitropies, etc., soient régies par le réseau des *points analogues,* c'est-à-dire par le réseau des centres de gravité de celles d'entre les molécules qui présentent la même orientation; tandis que les propriétés physiques dépendent du réseau des centres de gravité des molécules, sans distinction de leur orientation. Ce dernier réseau sera seul cubique ou quasi cubique. Le réseau des points analogues sera seulement assujetti à cette condition que ses paramètres auront des rapports simples avec ceux du cube. Or, c'est précisément ce que l'observation constate, comme je me suis efforcé de le montrer dans ce travail.

L'hypothèse proposée, bien loin d'être singulière et contraire à l'expérience, comme cela paraît au premier abord, résoudrait donc de la façon la plus simple, une antinomie des plus sérieuses, et sur la gravité de laquelle une longue accoutumance peut seule nous fermer les yeux.

Exemples à l'appui de la distinction faite entre le système réticulaire des centres de gravité et celui des points analogues. — La distinction que je viens de faire entre le réseau, qu'on pourrait dire particulièrement physique, des centres de gravité, et le réseau cristallographique des points analogues, ayant à mes yeux, une grande importance, je tâcherai de l'éclaircir par quelques exemples. Je me bornerai à quelques cas particuliers extrêmement simples, car la théorie complète de ces phénomènes paraît devoir être très complexe, et je ne serais pas, je l'avoue, en mesure de la donner maintenant.

Supposons un réseau terbinaire formé par des molécules de symétrie quelconque. Si la maille d'un des plans de symétrie est un rhombe de 120°, l'axe binaire perpendiculaire est pseudo-sénaire. Si l'on fait tourner chaque molécule de 120° autour de cet axe, celle-ci prendra trois orientations distinctes que je distinguerai par les chiffres 1, 2, 3.

Cela posé, pour réaliser la symétrie ternaire de l'édifice cristallin, il suffira, sans rien changer à la position des centres de gravité des molécules, de donner aux molécules successives, suivant l'un des axes binaires, et suivant les deux autres rangées qui font avec cet axe, dans le plan perpendiculaire à l'axe pseudo-binaire, des angles de 120°, les orientations successives 1, 2, 3, 1, 2, etc. Il est clair, en effet, qu'après cette modification dans l'orientation des molécules, rien ne sera changé, d'une manière essentielle au moins, à l'édifice cristallin, lorsqu'il aura tourné de 120° autour de l'axe pseudo-sénaire. Il suffit, en effet, de donner à l'édifice une translation égale à la distance qui sépare les centres de gravité sur l'axe binaire, pour rétablir l'édifice dans sa position.

Après cette modification de l'édifice, les molécules qui se suivent sur l'axe pseudo-sénaire ont gardé la même orientation ; les centres de gravité qui se suivent sont donc restés des points analogues, et le paramètre cristallographique c de l'axe pseudo-binaire est resté le même qu'avant.

Mais, suivant l'axe binaire, pour retrouver une molécule orientée de la même façon que celle du point de départ, il faut parcourir trois fois la distance a qui sépare les centres de gravité des deux molécules voisines. La distance qui sépare deux points analogues, suivant l'axe binaire, c'est-à-dire le vrai paramètre cristallographique de cet axe est donc égale à $3a$, et le rapport du paramètre de l'axe ternaire à celui de l'axe binaire est $\frac{1}{3} \cdot \frac{c}{a}$.

Il y aurait un autre procédé pour amener l'édifice à posséder une symétrie ternaire. Ce serait de conserver la même orientation à toutes les molécules d'un même plan réticulaire perpendiculaire à l'axe pseudobinaire, mais de donner aux molécules d'un plan l'orientation 1 ; à celles du plan suivant, l'orientation 2 ; à celle du plan qui suivra ce dernier, l'orientation 3 ; et ainsi de suite. Il est clair qu'une rotation de 120° autour de l'axe pseudobinaire donnerait aux molécules du premier plan, l'orientation 2 : à celles du second, l'orientation 3 ; à celles du troisième, l'orientation 1 ; et que cette rotation équivaudrait à une translation égale à la distance qui sépare deux plans consécutifs.

Dans ce cas, le paramètre de l'axe binaire resterait égal à a ; celui de l'axe ternaire deviendrait 3 c, et par conséquent le rapport du paramètre de l'axe ternaire à celui de l'axe binaire, dans l'édifice à symétrie ternaire, deviendrait égal à $3 \frac{c}{a}$.

On voit comment, la position des centres de gravité restant la même, les paramètres cristallographiques peuvent être considérablement modifiés, ainsi que la symétrie de l'édifice.

Rapprochement entre les phénomènes allotropiques des cristaux et la polymérisation chimique. — Nous avons dans ce qui précède, employé le langage et les arguments de la cristallographie, mais il est à remarquer que nous aurions pu employer le langage chimique.

Il est clair que, dans le premier cas examiné, les hémitropies moléculaires qui ont pour résultat de tripler la distance qui sépare deux molécules orientées parallèlement sur un même axe binaire peuvent être considérées comme produisant une nouvelle molécule cristallographique formée par la juxtaposition des trois orientations distinctes de la molécule rhombique. C'est donc, dans le langage

chimique, une *polymérisation*. Nous pourrions donc dire, que la substance à symétrie ternaire produite par ces hémitropies est une polymérisation de la substance primitive grâce à laquelle la molécule de la première est formée par la soudure de trois molécules de la seconde. La cristallographie a seulement ici cet avantage de nous montrer nettement en quoi consiste cette polymérisation et par quel mécanisme spécial elle se produit.

Il faut ajouter que cette polymérisation s'accompagne, comme tous les phénomènes chimiques analogues, d'une absorption ou d'un dégagement de chaleur latente propre au changement d'état. Ce phénomène thermique a une origine très simple, car il n'est que l'équivalent du travail absorbé par la rotation mécanique des molécules autour de leurs centres de gravité.

Quant à la résistance de cette nouvelle molécule polymérisée, quant à sa persistance en dehors de l'édifice cristallin, nous ne pouvons rien dire de général. Il semble que dans beaucoup de cas au moins, le nouveau groupement ne soit stable qu'entre certaines limites de température, et ne résiste pas à la destruction de l'arrangement cristallin. Mais les choses ne se passent peut-être pas toujours ainsi, et il ne serait pas étrange que toutes les polymérisations, sans exception, fussent identiques en principe à celles qui se produisent dans les modifications allotropiques des substances cristallisées. L'analogie étroite des phénomènes paraît même rendre cette conclusion vraisemblable.

V. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Eu résumé, je crois pouvoir tirer de mon travail les conclusions suivantes :

Le chlorate et le bromate de soude sont dimorphes ; ils possèdent l'un et l'autre, à la température ordinaire, une forme stable cubique et une forme instable rhombique voisine de celle du nitrate de soude, de la forme stable du

nitre, de celle de la calcite, etc. Ces deux sels sont ainsi isodimorphes de l'iodure d'argent et du sulfure de zinc.

La forme clinorhombique du chlorate de potasse est très voisine de la forme rhomboédrique du chlorate de soude.

Le chlorate de soude et l'azotate de soude peuvent cristalliser ensemble.

Il en est de même du chlorate de potasse et du nitre.

Le dimorphisme du chlorate et du bromate de soude explique la polarisation rotatoire de ces deux sels sous la forme cubique, si l'on admet que le passage de la forme rhomboédrique à la forme cubique est dû à un groupement hémitropique convenable de la molécule, qui reste biréfringente.

L'absence de perturbation notable dans la forme extérieure, après le changement d'état, la persistance, dans le bromate de soude, de la double réfraction ordinaire et des groupements hémitropes habituels aux substances pseudo-symétriques, sont des arguments puissants en faveur de cette manière d'expliquer la production des formes allotropiques.

Si on peut la regarder comme fondée, on doit en conclure que, dans une substance polymorphe, le réseau formé par les centres de gravité des molécules est le même pour toutes les modifications cristallines. Il en résulte que dans le chlorate et le bromate de soude, l'azotate d'ammoniaque, l'iodure d'argent, le sulfure de zinc, etc., qui sont dimorphes et dont l'une des formes est cubique, le réseau des centres de gravité moléculaires est cubique, du moins à peu près.

Il en est évidemment de même pour les substances qui, sous une de leurs variétés, sont isomorphes avec les précédentes, comme l'azotate de soude, le nitre, le carbonate de chaux, etc., ou encore pour les substances qui, bien que ne remplissant pas la condition précitée, peuvent se mélanger isomorphiquement avec l'une des substances

qu'on vient d'énoncer ; tel est le cas, par exemple, pour l'azotate d'argent, qui peut se mélanger isomorphiquement avec le nitre et avec l'azotate de soude.

Dans toutes les substances pour lesquelles les phénomènes de dimorphisme et d'isomorphisme mutuel semblent prouver directement que les centres de gravité moléculaires forment un réseau à peu près cubique, les paramètres cristallins sont dans un rapport simple avec ceux du réseau cubique rapporté à ses diverses rangées principales.

Lorsque les phénomènes précédents font défaut, la persistance de ce dernier caractère numérique, si elle a lieu, rend vraisemblable l'hypothèse que les centres de gravité moléculaires forment encore un réseau à peu près cubique.

On est amené ainsi à constater que, pour un très grand nombre de cristaux, sinon pour tous, les paramètres cristallins sont, en effet, des multiples très simples (1, 2, 3), ou des sous-multiples non moins simples $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{3}{2}\right)$ des paramètres du réseau cubique. Cette constatation a été faite pour les séries cristallines des corps simples, des azotates, chlorates, bromates, chlorures, bromures, iodures, fluorures, oxydes, sulfures, silicates, sulfates. Des tableaux numériques insérés dans ce mémoire se rapportent à quelques-unes de ces séries.

On est donc porté à penser que, pour tous les cristaux sans exception, le réseau formé par les centres de gravité moléculaires est le même et est à peu près celui qui caractérise le réseau cubique. Les différences, relativement légères, qui existeraient entre ce dernier réseau et le réseau réel des centres de gravité, constitueraient, avec les hémitropies moléculaires spéciales, et le volume moléculaire, l'individualité cristalline propre à chaque substance.

Il est d'ailleurs naturel d'admettre que le réseau commun à tous les corps est ce mode particulier du réseau cubique dans lequel les faces de la maille cubique sont centrées.

L'arrangement moléculaire serait alors, pour toutes les substances, à de légères différences près, celui qui permet de placer le plus de molécules dans un espace donné. Les molécules s'assembleraient simplement entre elles comme des boulets dans une pile (1).

Cette hypothèse, en apparence paradoxale, n'est pas seulement appuyée par les faits qu'on vient de rappeler ; elle peut encore invoquer en sa faveur des arguments graves, tels que :

1° Le retour fréquent, dans les séries chimiques les plus dissemblables, de formes cristallines identiques, telles que le cube, le rhomboèdre voisin de 107°, etc. ;

2° La fréquence si remarquable des cristaux possédant des axes de pseudo-symétrie ;

3° La quasi-sphéricité des ellipsoïdes qui caractérisent, dans les cristaux, la loi suivant laquelle les diverses propriétés physiques varient avec la direction.

L'hypothèse à laquelle m'ont conduit mes recherches, et qui m'a surpris tout le premier, c'est donc, en résumé que les centres de gravité des molécules tendent toujours à se serrer les uns contre les autres, comme les boulets dans une pile. Presque toutes les propriétés physiques découlent de cet arrangement, le plus simple de tous ceux qu'on puisse concevoir, et qui d'ailleurs n'est jamais parfait, sans doute parce que les actions moléculaires mutuelles ne sont pas exactement, mais seulement à peu près égales suivant toutes les directions.

Quant aux propriétés cristallographiques, elles dépendent de la nature des hémitropies moléculaires, qui font que le réseau de *points analogues,* c'est-à-dire des centres de gravité des molécules semblablement orientées, n'est pas identique à celui des centres de gravité des molécules, mais est seulement assujetti à avoir avec lui un rapport simple.

(1) Je dois cette ingénieuse remarque à mon ami M. H. Le Châtelier.

Ces hémitropies moléculaires, que la chaleur et d'autres causes aussi sans doute peuvent faire varier, donnent naissance à de véritables molécules cristallines, formées par une sorte de *polymérisation* semblable sinon identique aux polymérisations chimiques.

J'ai pensé que ces hypothèses, présentées d'ailleurs avec la réserve nécessaire, étaient appuyées sur des raisons assez sérieuses pour que je puisse me hasarder à les soumettre au jugement de cristallographes.

Compte rendu des publications minéralogiques allemandes,

par M. J. Thoulet.

Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, par P. Groth, vol. VIII *(suite).*

XXIV. *Recherches microcristallographiques,* par O. Lehmann (p. 433-454). — Le travail se compose de trois parties. La première est la description des formes microcristallines d'un certain nombre de combinaisons organiques, la seconde est une étude sur la cristallisation des solutions de plusieurs sels mélangés, sel ammoniac et divers chlorures métalliques, la troisième contient une théorie de la formation des trichites basée sur la considération des courants de solution moins saturée qui baignent le trichite en voie de formation. Ces courants possèdent leur maximum d'épaisseur sur les côtés du trichite et par conséquent y mettent arrêt à tout accroissement en largeur, tandis qu'aux extrémités, la solution plus saturée vient fournir des matériaux solides, abondants, qui se disposent en longueur et donnent ainsi naissance à des individus filiformes. Ces recherches, que M. O. Lehmann a commencées depuis plusieurs années, ont pour but final

l'analyse qualitative, peut-être même quantitative, exécutée au microscope et sur des quantités infiniment petites de matière d'essai. Il est très probable que l'auteur parviendra au résultat qu'il se propose, mais, dès à présent, il a fourni sur cet état si intéressant de la matière qui n'est plus le solide dissous ni le corps amorphe, et qui n'est pas encore le cristal, une foule d'observations aussi importantes qu'originales, et l'on ne saurait trop l'encourager à poursuivre de pareilles études.

XXV. *Sur la dilatation des cristaux sous l'influence de la chaleur* (2e mémoire), par L. Fletcher (p. 455-502). — La première partie de ce mémoire a paru dans le *Zeitschrift* de Groth (IV, p. 337). L'auteur résume les lois suivantes relatives à la dilatation des cristaux sous l'influence de la chaleur.

1° Pour tous les changements de température, un plan de symétrie physique et géométrique demeure permanent tant que la structure moléculaire du corps est conservée. Par conséquent, à moins d'un commencement de destruction, un cristal, par simple changement de température, au moins théoriquement, peut passer d'un système de symétrie inférieure à un système de symétrie plus élevée, mais l'inverse est impossible.

2° Dans le cas général, par suite d'un changement de température, une sphère se transforme en ellipsoïde.

3° Trois droites quelconques perpendiculaires entre elles à une première température, deviennent des diamètres conjugués de l'ellipsoïde à une seconde température.

4° Ces trois droites qui, à la seconde température, coïncident avec les axes de l'ellipsoïde sont, pour toutes les deux, perpendiculaires entre elles; elles représentent les directions de dilatation maximum, moyenne et minimum ou axes d'élasticité thermique.

5° Les deux diamètres perpendiculaires aux deux sections circulaires de l'ellipsoïde sont tels que la dilatation

de toutes les droites qui leur sont normales dans le cristal, reste la même à la seconde température ; ces diamètres offrent donc un caractère analogue à celui des axes optiques ou des axes magnétiques.

6° Trois droites ont, pour les deux températures, absolument la même position dans l'espace ; on les désigne sous le nom de lignes atropiques ; elles ne sont point en général perpendiculaires entre elles, elles diffèrent des axes thermiques et elles doivent, lorsqu'elles demeurent permanentes dans l'espace, pour toutes les températures, être en rapport étroit avec la structure du cristal c'est-à-dire être considérées comme des axes non pas arbitraires mais réels du cristal.

7° Il existe un nombre infini de groupes de trois lignes qui, alors que leur direction change dans l'espace, conservent cependant leur inclinaison l'une par rapport à l'autre et qu'on nomme lignes isotropiques. Les axes d'élasticité thermiques ne sont qu'un cas particulier de ces lignes isotropiques dont l'inclinaison mutuelle est de 90 degrés.

8° Lorsque, dans un cristal monosymétrique, les deux lignes placées dans le plan de symétrie et qui sont atropiques pour deux températures, le sont encore pour toutes les autres, il n'existe pas pour deux températures de lignes isotropiques conservant leur inclinaison mutuelle; or, comme celle-ci n'est pas constante, on ne peut accorder à ces lignes d'autre importance que celle d'être des lignes de structure du cristal.

On démontre que dans le système régulier toutes les droites, dans les systèmes tétragonal et hexagonal toutes celles qui sont parallèles ou perpendiculaires à l'axe de symétrie principale conservent leur direction lorsque la température varie ; dans le système rhombique les axes thermiques et les lignes atropiques coïncident avec les axes cristallographiques ; dans le système monosymétrique un axe thermique et une ligne atropique coïncident

avec l'axe de symétrie tandis que les autres axes thermiques, lignes atropiques et axes cristallographiques sont disposés dans le plan de symétrie sans présenter aucune relation mutuelle particulière. Enfin, dans le système asymétrique, les axes thermiques, les lignes atropiques et les axes cristallographiques paraissent être absolument indépendants les uns des autres.

M. Beckenkamp (*Zeits.*, V, 436 et VI, 450) a vérifié les lois précédentes en mesurant à diverses températures les angles de l'anorthite, de l'axinite, de l'orthose et du gypse. et, au moyen de formules établies par Neumann, en déduisant de la connaissance de ces angles la position des axes thermiques. Il a constaté, notamment pour l'anorthite, des différences assez considérables pour rendre nécessaire une revision complète des formules de Neumann. C'est cette tâche que s'est imposée M. Fletcher. Il établit par le calcul une série de formules résolvant autant de problèmes divers, il les applique aux observations faites par Beckenkamp sur l'anorthite et vérifie l'exactitude des valeurs trouvées par ce dernier. Cependant M. Fletcher attribue ces différences, en apparence contraires à la théorie, à des erreurs expérimentales trop petites pour être évitées et qui, grossies par la façon dont entrent dans le calcul les données entachées d'erreur, viennent produire, dans le cas d'un cristal asymétrique, la différence constatée.

XXVI. *Sur la pyroélectricité de la boracite*, par K. Mack (pp. 503-522). — Après un historique des recherches exécutées depuis Haüy sur la pyroélectricité de la boracite et une revision des propriétés optiques de ce minéral étudiées et discutées principalement par MM. Mallard, Klein et Klocke, l'auteur emploie la méthode de M. Kundt par la distribution des poussières rouge et jaune du minium et du soufre sur des cristaux et des sphères de boracite soumis à l'influence d'un changement

de température. Il constate l'existence d'un système de plans formant douze pyramides quadrangulaires dont les sommets coïncident avec le centre du cristal et qui est le siège du développement de l'électricité sur les cristaux dodécaédriques et cubiques de boracite, sur les cristaux de boracite, l'électricité n'est pas en général distribuée sur toute l'étendue des facettes, mais seulement le long de certaines lignes. Ce minéral ne partage pas la propriété présentée par la majorité des cristaux et que l'on énonce en disant que dans chaque élément de volume, indépendamment de la position occupée par cet élément dans l'intérieur du cristal, les propriétés physiques manifestées sont les mêmes suivant les mêmes directions. Enfin il existe la concordance la plus complète entre la distribution des lignes colorées par les poussières et les lignes délimitées par les phénomènes optiques déjà constatés.

XXVI. *Extraits de divers travaux minéralogiques* (pp. 523-544).

XXVII. *Sur la forme cristalline de la Miargyrite,* par W.-J. Lewis (pp. 545-567). — Description et mesure de toutes les facettes et les zones constatées sur la Miargyrite.

XXIX. *Recherches cristallographiques et optiques sur l'amphibole de la montagne d'Aranya,* par August Franzenau (pp. 568-576). — Les axes optiques sont parallèles au plan de symétrie, la bissectrice aiguë fait avec la normale à la pinakoïde h^1 ($\bar{1}00$) un angle de 58° 48′, avec la normale à la facette p (001) un angle de 52° 32′, 3 et avec l'axe vertical un angle de 37° 12′. Double réfraction positive, $\rho > v$; angle des axes optiques dans l'air pour le jaune $2E = 67° 37'$, dans l'huile pour le jaune $2H = 51°, 3$; pléochroïsme très faible, c brun-verdâtre, b brun-jaunâtre. a vert-olive ; pour l'absorption $c > b > a$,

XXX. *Sur la brookite, la wulfénite et la scolézite.* par V. von Zépharovich (pp. 577-592). — Étude cristallographique chimique et optique d'un cristal de brookite du Tyrol, d'un cristal de wulfénite contenant de la chaux de Carinthie et d'un cristal de scolézite d'Islande.

XXXI. *La température de transformation allotropique du soufre et des rapports existant entre celle-ci et la pression*, par L.-Th. Reicher (pp. 593-604). — Ce travail est une étude détaillée, précise et macroscopique des phénomènes de transformation cristalline des corps dimorphes déjà examinés par M. O. Lehmann sous le microscope. La transformation par la chaleur du soufre rhombique en soufre monosymétrique est accompagnée d'un changement de volume; si, comme le fait M. L.-Th. Reicher, on enferme le soufre cristallisé dans un appareil analogue au thermomètre au moyen duquel Kopp a étudié les changements de volume que les corps éprouvent par la fusion et qu'on maintienne successivement cet appareil à différentes températures fixes, celle pour laquelle il ne se produit aucun changement de volume ni positif ni négatif est évidemment celle au-dessus de laquelle le soufre rhombique passe à l'état de soufre monosymétrique et au-dessous de laquelle le soufre monosymétrique se transforme en soufre rhombique. Afin de constater l'effet exercé par la pression sur la température de transformation, il suffit de relier le thermomètre de Kopp avec un appareil clos de toutes parts dont un côté fonctionne comme manomètre indicateur au moyen du déplacement d'une colonne de mercure, tandis que l'autre côté, muni d'une boule remplie de bicarbonate de soude sert de générateur de pression par suite du dégagement d'acide carbonique qui se produit aussitôt que l'on chauffe.

Les conclusions de M. Reicher sont les suivantes :

La température au-dessus de laquelle le soufre rhombique se transforme en soufre monosymétrique et au-des-

sous de laquelle le soufre monosymétrique passe à l'état de soufre rhombique est peu éloignée de 95°, 6 pour une pression de quatre atmosphères.

Pour une pression de 15,8 atmosphères, cette température est de 96° 2 ; elle s'élève donc de 0°,05 par atmosphère.

Ces phénomènes sont analogues aux modifications que fait éprouver la pression au point de fusion des corps. En effet, en appelant T la température absolue de pression en degrés centigrades à la pression ordinaire, par exemple, 273° pour la glace ; $\sigma - \tau$ la différence des volumes spécifiques (volume de 1 kilogramme en mètres cubes) au point de fusion, par exemple, pour l'eau et la glace — 0,000087 ; r la chaleur (en calories) absorbée par la fusion de 1 kilogramme, par exemple pour la glace 76 ; $\frac{dT}{dp}$ le changement du point de fusion (élévation ou abaissement de température) en degrés centigrades pour une augmentation de pression de 1 atmosphère, on a entre ces diverses valeurs la relation

$$\frac{dT}{dp} = 10333 \frac{T(\sigma - \tau)}{424\, r}.$$

Appliquant la même formule à la température de transformation, c'est-à-dire en représentant par T la température absolue de transformation, $\sigma - \tau$ la différence des volumes spécifiques entre le soufre monosymétrique et le soufre rhombique à la température de transformation, r la chaleur absorbée à la température de transformation lorsque 1 kilogramme de soufre rhombique se transforme en soufre monosymétrique ; $\frac{dT}{dp}$ le changement éprouvé par la température de transformation pour une augmentation de pression de 1 atmosphère, on obtient :

$$\frac{dT}{dp} = 10,333 \frac{368,6 \times 0,0000126}{424 \times 2,52} = 0,045.$$

La valeur trouvée expérimentalement était 0,05, et on peut la considérer comme identique à la précédente.

XXXII. *Contribution à la connaissance de l'épistilbite*, par C. HINTZE (pp. 605-612). — Constatation de mâcles particulières sur ce minéral; dosage comparatif de l'eau contenue dans l'épistilbite et la heulandite (14,72 0/0 pour la première, 15,19 0/0 pour la seconde), et détermination précise de la densité de l'épistilbite (2,2618 à 16°6).

XXXIII. *Isomorphie de la jordanite et de la ménéghinite*, par ALEXANDER SCHMIDT (pp. 613-621). — Il existe une isomorphie complète entre la jordanite ($4\,PbS.\,As^2S^3$). et la ménéghinite ($4\,PbS.\,Sb^2S^3$). Ces deux minéraux cristallisent dans le système rhombique; le premier a pour relation axiale $a : b : c = 0{,}5375 : 1 : 2{,}0305$, le second $0{,}4862 : 1 : 1{,}8465$; ils possèdent même clivage.

XXXIV. *Extraits de divers travaux minéralogiques* (pp. 622-657.)

Id. Volume IX.

I. *Relations entre la pyroélectricité du quartz et son système cristallographique*, par A. VON KOLENKO (pp. 1-28). — L'auteur emploie la méthode de Kundt par insufflation de minium et de soufre et il se propose d'étudier par ce moyen les relations existant entre les phénomènes pyroélectriques du quartz et le caractère cristallographique de celui-ci. Il a expérimenté sur plus de 300 échantillons. Si on appelle zones électriques les parties de la surface du cristal sur lesquelles apparaît d'une façon quelconque l'électricité, on peut énoncer les lois suivantes. Sur des cristaux simples de quartz, les zones électriques se distribuent le long des arêtes du prisme hexagonal en conservant un parallélisme rigoureux avec ces arêtes. Les arêtes du prisme hexagonal sur lesquelles apparaissent des facettes qui déterminent le caractère de la rotation du

quartz, sont toujours le siège d'un développement d'une seule et même électricité négative par refroidissement, tandis que l'électricité est positive sur les arêtes alternant avec les premières. La distribution de l'électricité polaire par rapport aux faces du rhomboèdre détermine le caractère optique du quartz. Les cristaux sur lesquels on trouve les zones électronégatives sur les arêtes à droite du rhomboèdre principal sont des cristaux droits; ceux où ces mêmes zones se rencontrent à gauche du rhomboèdre principal sont des cristaux gauches. L'électricité négative se manifestant à droite du rhomboèdre principal ou à gauche du rhomboèdre inverse indique la rotation droite du quartz et réciproquement. Tout cristal sur lequel la distribution des zones polaires électriques est anormale et non alternante est une mâcle.

L'auteur s'appuyant sur ses expériences applique aux divers systèmes cristallins une loi générale qu'il formule ainsi : l'hémimorphie peut être considérée comme un cas d'hémiédrie où les deux extrémités d'un seul et même axe de symétrie sont cristallographiquement et physiquement différentes. Il termine en recommandant à ceux qui voudraient se livrer à l'étude complète de l'hémimorphie le mode d'expérimentation si simple et si précis de Kundt.

II. *Sur l'antimonglanz* (*Jamesonite*) *du Japon,* par Edw.-S. Dana (pp. 29-37). — Étude cristallographique détaillée de ce minéral.

III. *Contribution à la connaissance des modifications optiques produites sur les cristaux par l'action de la chaleur,* par Wilhelm Klein (pp. 38-72). — L'auteur se propose d'étudier la façon dont sont modifiées par un échauffement inégal les propriétés optiques des cristaux uniaxes et biaxes. Les observations ont été faites avec un microscope muni du système Bertrand, elles ont porté sur des cristaux d'apatite de Ehrenfriedersdorf, de quartz du

Saint-Gothard, d'apophyllite de Seisseralp (Tyrol) et de zircon de Ceylan. Parmi les cristaux uniaxes, inégalement chauffés, les uns se comportent optiquement, tous de la même façon, les autres éprouvent une modification de la figure d'interférence indiquée par des resserrements et des élargissements d'anneaux analogues à ceux que produirait l'intercalation en lumière convergente d'une lame de mica quart d'onde. Cette figure est identique pour les cristaux de la même série, mais diamétralement opposée à celle des cristaux de l'autre série. Les propriétés optiques des cristaux dont la double réfraction est positive sont modifiées dans un sens, celles des cristaux optiquement négatifs dans le sens opposé. Un échauffement éprouvé d'un seul côté offre donc une méthode pour déterminer le caractère optique des cristaux uniaxes.

Les expériences exécutées sur des cristaux biaxes ont fourni des résultats analogues à ceux obtenus sur les cristaux uniaxes. Avec la cordiérite de Haddam, l'angle des axes optiques, au moins jusqu'à 200 degrés, augmente à peu près proportionnellement à la température. La topaze de Schneckenstein présente des phénomènes inverses de ceux de la cordiérite.

M. W. Klein donne une théorie de ces phénomènes et discute les opinions émises par M. Mallard sur le même sujet à propos de la heulandite et d'autres minéraux.

IV. *Notices diverses.* — 1° *Sur quelques minéraux de Bolivie,* par A. Arzruni (pp. 73-77). — Examen de cassitérite, baryte, apatite, ocre de bismuth, mispickel et d'une terre dont se nourrissent les Indiens, composée de silice, alumine, oxyde de fer, chaux, eau, traces de soude et prédominance de magnésie, et qui est probablement le résultat de la décomposition du feldspath et du mica magnésien du granite.

2° *Sur la forme cristalline de l'acide borique*, par K. Haushofer (pp. 77-78). — Les constantes cristallographi-

ques de ce corps sont $a : b : c = 1,7329 : 1 : 0,9228$, $\alpha = 92°30'$, $\beta = 104°25'$, $\gamma = 89° 49'$. Ces observations concordent avec celles de Des Cloizeaux, Miller et Kenngott.

V. *Extraits de divers travaux minéralogiques* (pp. 79-112).

VI. *Contributions à la connaissance cristallographique de l'andalousite et de la topaze,* par Leo Grünhut (pp. 113-161).

VII. *Remarques minéralogiques,* par H. Laspeyres.

15. *Recherches critsallographiques sur la valentinite* (pp. 162-185). — Les relations axiales trouvées sont, pour la valentinite de Bräunsdorf 0,39101 : 1 : 0,33643 ; pour la valentinite de Pribram 0,39172 : 1 : 0,33689 ; pour la valentinite de Constantine 0,39273 : 1 : 0,34827. Les angles de la valentinite, surtout ceux de la zone verticale, présentent des différences selon la localité d'où provient l'échantillon. Ces variations résultent peut-être de différences dans la composition chimique probablement par suite de la substitution de l'arsenic à l'antimoine.

16. *Würtzite de Felsöbanya en Hongrie* (pp. 186-192). — La soi-disant blende de Felsöbanya est en réalité de la wurtzite ; dans les mêmes circonstances, la wurtzite est beaucoup plus fortement attaquée que la blende par l'acide chlorhydrique concentré froid ; enfin la blende en écailles de Diepenlinchen est un mélange de wurtzite et de blende.

17. *Pseudomorphose de valentinite après allemontite d'Allemont en Dauphiné* (pp, 192-193). — Quoique l'allemontite contienne proportions égales d'arsenic et d'antimoine, la valentinite ne renferme que de faibles traces d'arsenic.

18. *Labrador de Konken dans le Palatinat* (pp. 193-195). — L'analyse de ce feldspath provenant d'un mélaphyre le montre composé de 1 molécule d'albite et de 4 molécules d'anorthite.

VIII. *Notes et notices originales. — Nouvelles formes de la tarnowitzite,* par C. LANGER (pp. 196-199). — Étude d'un nouvel échantillon provenant de Tarnowitz.

IX. *Extraits de divers travaux minéralogiques* (p. 200-224).

X. *Sur des cristaux de glucinium et de vanadium,* par W.-C. BRÖGGER et GUST. FLINK (p. 226-237). — Les cristaux à mesurer étaient extrêmement petits; les auteurs décrivent les précautions à l'aide desquelles ils ont pu mesurer l'angle de facettes ne dépassant pas $0^{m},001$ de largeur. Le principe de leur procédé consiste à fixer le cristal sur l'axe d'un goniomètre à cercle vertical et à l'examiner avec un microscope. Le glucinium est en cristaux prismatiques ou tabulaires ou en formes d'accroissement étoilées; il appartient à la série holoédrique du système hexagonal avec la relation axiale $a : c = 1 : 1,5802$, très rapprochée de celles du magnésium et du zinc. Le vanadium est cubique; sa combinaison la plus habituelle est celle du dodécaèdre rhomboïdal avec le cube: il présente aussi des mâcles tabulaires.

XI. *Stéphanite de Kongsberg* (*Norwège*), par CARL MORTON (pp. 238-242). — La relation axiale de ce minéral est $a : b : c = 0,628921 : 1 : 0,68511$.

XII. *Étude de quelques minéraux provenant de Kangerdluarsuk, dans le Groënland,* par JOH. LORENZEN (pp. 243-254).— La liévrite a pour relation axiale $0,674367 : 1 : 0,448449$; la rinkite a pour formule $2\overset{II}{R}\overset{IV}{R}O^3 + NaFl$ dans laquelle $\overset{II}{R} = Ce, La, Di, Y, Fe, Ca$ et $\overset{IV}{R} = Si, Ti$: sa relation axiale est $a : b : c = 1,56878 : 1 : 0,292199$ avec $\beta = 88° 47' 14''$. La polylithionite (mica à base de lithine) a pour formule $\overset{II}{R}^4 Al^2 Si^8 O^{23}$ dans laquelle $\overset{II}{R} = K^2, Na^2, Li^2, Fe$ avec $2E = 67° 13'$ (Li), $67° 19'$ (Na) et $67° 51$ (Tl).

XIII. *Sur la szaboïte,* par J.-A. Krenner (pp. 255-264). —Le minéral étudié provient du trachyte d'Arany; il est rhombique, quoique son aspect soit souvent monoclinique ou triclinique; $a : b : c = 0,9668 : 1 : 1,1473$; bissectrice négative, parallèle à l'axe a; l'angle des axes, dans l'huile, en lumière de sodium $2H_a = 84° 18'$; dispersion $\rho > v$, pléochroïsme assez marqué.

XIV. *Études de morphologie comparée sur la position axiale des atomes dans les cristaux,* par A. Schrauf (pp. 265-277).— Ces considérations théoriques sont appliquées à un grand nombre de composés organiques. L'auteur est conduit à formuler les conclusions suivantes. I. Les cristaux des combinaisons CHO... qui contiennent un nombre égal ou un nombre multiple d'atomes de C et de H ou de C et de O, possèdent dans le plus grand nombre des cas deux paramètres presque équivalents dont les rapports de grandeurs relatives peuvent être en moyenne exprimés par 1,00 : 1,02. II. Les relations de symétrie et celles qui existent entre les paramètres des produits compliqués de substitution et d'addition obligent à admettre que les groupes atomiques liés entre eux (radicaux...) et non pas les atomes simples des éléments, se juxtaposent les uns aux autres en s'orientant dans l'espace et en provoquant en conséquence la polarité axiale du composé. III. Les composés polymères sont homœomorphes. Si seulement quelques éléments fondamentaux et non pas tous sont présents en nombres multiples, — polymérie partielle, — il y a isogonisme de quelques zones, ce que l'on peut constater d'après l'action morphotropique de l'élément fondamental variable. IV. L'hypothèse d'une position des atomes orientée suivant des axes, permet de déduire la forme cristalline de combinaisons transformées de C, H, O au moyen de la valeur volumétrique (atomètre) des atomes physiques de C, H, O spéciaux à un terme de ces combinaisons. Ces grandeurs d'atomes correspondent au

caractère des substances allomères et peuvent être inégales pour des séries chimiques différentes. Pour des combinaisons considérées isolément, les valeurs axiométriques de C, O, H sont entre elles comme 100 : 101 : 102; pour des séries d'une autre espèce, les valeurs des éléments fondamentaux sont, au contraire, égales et les axes de coordonnées directement proportionnels au nombre des atomes.

XV. *Sur la herdérite de Stoneham, Maine*, par Edw. S. Dana (pp. 278-282). — Le minéral n'est jamais massif, mais en cristaux bien formés, brillants, à nombreuses facettes et aussi en cristaux qu'il est assez difficile de mesurer très rigoureusement : système rhombique, $a : b : c = 0,6261 : 1 : 0,4247$, transparent incolore ou faiblement jaunâtre, cassant, cassures en petites écailles, dureté 5, poids spécifique 3. Son analyse conduit à la formule $Ca^3 P^2 O^8 + Gl^3 P^2 O^8 + CaF^2 + GlF^2$; devient phosphorescent au chalumeau, puis blanc et opaque; chauffé avec la solution de cobalt, il prend une coloration noire intense, de nuance améthyste en quelques points de la cassure. Il est probable que le minéral du Maine est identique à celui de Ehrenfriedersdorf.

XVI. *Notices diverses.*

1. *Notices minéralogiques*, par Edw. S. Dana (pp. 283-285). Etude cristallographique de l'allanite de Moriah, Essen Co. N. Y.; de l'apatite de Paris, Maine; de la Tysonite du Colorado ($a : c = 1 : 0,68681$).

2. *Recherches cristallographiques sur l'éther desoxalique.* (*Desoxalsäure-äther*) $C^3 H^3 (C^2 H^5)^3 O^8$, par E. Schumacher (pp. 285-288). — Ce corps est triclinique $a : b : c = 0,42166 : 1 : 0,75700$, $\alpha = 84°27'$, $\beta = 90°32\ 1/2$, $\gamma = 90°5'\ 3/4$; le plan des axes optiques est incliné de quelques degrés sur la base, la bissectrice négative fait un angle de quelques degrés avec l'axe $\bar{b}$, la seconde bissectrice fait un

angle d'environ 4° avec l'axe *ä*, la normale optique un angle de 3 1/2° environ avec l'axe *ȧ*; $2E_a = 62°18'$ (lumière blanche), 61°40′ (Li), 61° 59′ (Na); 62°36 (Tl). Des mesures cristallographiques plus exactes pourraient peut-être conduire à regarder la substance comme monosymétrique avec $a : b : c = 2,37158 : 1 : 1,79529$ et $\beta = 84°27'$.

3. *Sur une manganocalcite de la collection de Freiberg,* par J. A. Krenner (pp. 288-290). — Réponse à M. Des Cloizeaux au sujet de la manganocalcite de Breithaupt, qui est un carbonate rhomboédrique.

4. *Confirmation des données cristallographiques de l'apatite de Striegau,* par C. Hintze (p. 290). — Confirmation sur un second échantillon des valeurs trouvées sur un premier.

XVII. *Extraits de divers travaux minéralogiques* (pp. 291-320).

XVIII. *Sur la synthèse de la néphéline*, par C. Doelter (pp. 321-332). — L'auteur arrive aux conclusions suivantes :

1. Le mélange $Na^2 Al^2 Si^2 O^8$ donne un produit de fusion complètement cristallin se composant tantôt de cristaux ou de grains, tantôt d'agrégats cristallins. La portion fondue correspond entièrement à la portion non fondue, ainsi qu'à la composition d'un grand nombre de néphélines naturelles. En ajoutant de la silice, on obtient une matière fondue qui contient en outre de la néphéline, un peu de silice qui commence par rester non fondue mais qui cependant finit par fondre si on pousse le chauffage. Il est regrettable que l'auteur n'ait pas fait une seule analyse de la matière après fusion et se soit borné à calculer les proportions des divers éléments rien qu'en les déduisant des poids de matière première introduits dans le creuset avant l'expérience, puis à une simple observation au microscope. L'emploi exclusif du microscope pour décider

de la cristallinité complète ou partielle d'un produit est facilement susceptible d'induire en erreur. En outre, dans ces sortes d'opérations, le creuset après chauffage est souvent rempli à sa partie supérieure d'une sorte d'écume très poreuse, au travers de laquelle il est pratiquement impossible de tailler une plaque mince, que par conséquent on n'examine même pas au microscope et qu'à moins d'analyse chimique on pourrait être en droit de considérer comme un produit quelconque de départ ayant une composition différente du reste. M. Dœlter reconnait d'ailleurs lui-même l'aspect variable que présentent les produits de fusion selon les conditions de cette fusion et du refroidissement qui la suit.

2. Les mélanges des silicates ci-dessus avec un mélange des éléments de la leucite, tant que ces derniers ne prédominent pas, donnent les mêmes produits. Si le silicate leucitique prédomine, on a de la néphéline accompagnée d'un silicate vitreux avec microlites de leucite.

3. Les mélanges de $Na^2 Al^2 Si^2 O^8$ et du silicate potassique isomorphe donnent également des mélanges cristallins correspondants à la néphéline. Dans le cas d'un excès notable de silicate potassique, il est très difficile d'obtenir un produit homogène.

4. Des mélanges de silicate néphélinique avec $Ca Al^2 Si^2 O^8$ donnent des produits de fusion cristallins correspondants à la néphéline ; en fondant avec $Mg Al^2 Si^2 O^8$ on a, en outre de la néphéline, un silicate magnésien qui est probablement de l'enstatite.

5. On obtient encore des formations cristallines correspondant à la néphéline en fondant le silicate néphélinique avec une petite quantité de silicate orthoclase $K^2 Al^2 Si^6 O^{16}$.

(*A suivre.*)

IMPRIMERIE PAUL BOUSREZ, 5, RUE DE LUCÉ, TOURS.

XIX. *Sur les modifications physiques, artificielles du feldspath de Pantellaria,* par H. Förstner (pp. 332-352). — Ce travail du plus haut intérêt est une étude expérimentale très détaillée des modifications que fait éprouver l'application de chaleurs variant de 50° à 430°, à la position de l'ellipsoïde d'élasticité optique d'une série de feldspaths potassiques asymétriques et de feldspaths sodiques monosymétriques. Un premier tableau indique pour huit plagioclases potassiques et deux orthoses sodiques, l'angle des axes optiques 2 E à diverses températures. Un autre tableau donne pour ces mêmes feldspaths la localité, la composition chimique, l'angle des axes, les dimensions de la lame, la largeur des lamelles, l'étude optique à la température ordinaire suivant diverses sections naturelles ou artificielles, leur étude optique pendant et après l'échauffement, le temps s'écoulant jusqu'au moment où ils se comportent comme des cristaux monosymétriques et celui qu'ils mettent, par refroidissement à reprendre leur forme asymétrique, enfin les modifications temporaires éprouvées par l'angle des axes optiques pour deux températures, l'une initiale et l'autre maximum, ainsi que la valeur permanente de cet angle lorsque le cristal a été porté au rouge-blanc.

XX. *Nouvelles formes cristallines de minéraux du Tyrol,* par A. Cathrein (pp. 353-367). L'examen porte sur les minéraux suivants : Fahlerz (tétraédrite) de Kogel près Brixlegg, idiocrase de Canzocoli, hornblende de Roda, magnétite de Scalotta.

XXI. *Sur l'orthoclase de Valfloriana (Tyrol),* par A. Cathrein (pp. 368-377). — Étude cristallographique.

XXII. *Sur la pseudomorphose physique (Umwandlung) de scapolite après le grenat,* par A. Cathrein (pp. 378-

385). — Les échantillons se trouvent dans les vallées d'Ache et de Brandenberger dans le Tyrol ; le phénomène n'avait pas encore été constaté.

XXIII. *Sur les facettes pyramidales vicinales de la natrolite,* par EDUARD PALLA (pp. 386-392).

XXIV. *Extraits de divers travaux minéralogiques* (pp. 393-432).

M. P. CURIE donne lecture du mémoire suivant :

Sur la Symétrie,

par M. PIERRE CURIE.

I. AXES COORDONNÉS RECTANGULAIRES GAUCHES OU DROITS.

1. *Il existe deux types distincts d'axes coordonnés rectangulaires et deux seulement :* Supposons qu'un observateur soit adossé à l'axe des z et debout sur la face positive du plan des x y.

Pour l'un des systèmes d'axes coordonnés, il faudrait pour l'observateur faire tourner l'axe des x en sens inverse des aiguilles d'une montre placée sous ses pieds pour l'amener vers l'axe des y par l'angle de 90°. Nous appellerons ce système le *système gauche ou direct d'axes coordonnés rectangulaires.*

Pour l'autre système d'axes coordonnés, il faudrait tourner l'axe des x dans le sens des aiguilles d'une montre pour l'amener sur l'axe des y par l'angle de 90°. Nous appellerons ce système le *système droit ou inverse d'axes coordonnés rectangulaires.*

2. Nous compterons les angles dans le plan des $x\,y$ de 0 à 360°, à partir de ox et dans le sens qui peut amener ox sur oy par l'angle de 90°

II. DEUX SYSTÈMES SYMÉTRIQUES L'UN DE L'AUTRE.

3. Considérons un système limité ou illimité de points quelconques doués de qualités quelconques. Nous admettrons que nous savons définir complètement un pareil système de points et les qualités qu'ils possèdent à l'aide de données analytiques et de trois axes rectangulaires.

Établissons, par exemple, les données analytiques qui permettent de définir notre système lorsque l'on prend pour axes coordonnés 3 axes rectangulaires du type gauche de position déterminée. Ces données analytiques une fois trouvées, on pourra avec elles construire un nouveau système en prenant cette fois pour axes coordonnés rectangulaires 3 axes du type droit.

Ces systèmes obtenus à l'aide des mêmes données analytiques, mais en prenant comme axes coordonnés des axes droits ou des axes gauches, seront dits *symétriques l'un de l'autre.*

4. Dans deux systèmes symétriques, les points se correspondent deux à deux ; les distances des points correspondants et même toutes les grandeurs sont les mêmes, puisqu'elles peuvent être calculées à l'aide des données analytiques qui sont les mêmes.

Les propriétés entraînant des notions de sens (droit ou gauche) ou de successions sont en général différentes pour les deux systèmes, mais encore se présentent-elles de la même manière, si l'on a soin de définir le sens à l'aide des points des systèmes. Ainsi une vitesse angulaire ω autour de ab permettant d'amener c vers d dans le premier système aura pour correspondante dans le deuxième une

vitesse angulaire ω autour de $a'b'$ amenant c' vers d' (a', b', c', d', étant les points correspondants de a, b, c, d). D'une façon plus générale, toutes les propriétés d'un système, se rétrouveront dans le système symétrique et pourront être énoncées de la même manière, si toutes les notions de sens sont indiquées par des repères tirés du système lui-même. (Sans se servir jamais des mots droit, gauche, sens direct, sens inverse.)

5. Il n'existe pas plus de deux systèmes qui jouissent des propriétés relatives des systèmes symétriques ; c'est-à-dire qu'il n'existe pas plus de deux systèmes distincts formés de points se correspondant et dans lesquels les grandeurs correspondantes et les dispositions relatives soient les mêmes ainsi que nous venons de l'expliquer plus haut.

En effet, si nous considérons 3 axes coordonnés rectangulaires dans un système quelconque, 3 axes coordonnés rectangulaires correspondants se trouveront dans chacun des autres systèmes correspondants en question, les mêmes définitions analytiques, serviront à définir chaque système à l'aide des axes coordonnés. Mais ceux-ci ne peuvent être que de deux types, les systèmes ne peuvent donc également être que de deux types distincts.

Le symétrique du symétrique d'un système n'est autre chose que le système lui-même.

6. Il résulte de ces propriétés que l'on peut prendre un autre point de départ pour définir les systèmes symétriques et dire que *deux systèmes symétriques l'un de l'autre sont deux systèmes distincts formés de points se correspondant deux à deux et dans lesquels les grandeurs correspondantes, les qualités correspondantes et les dispositions relatives des parties sont les mêmes ;* si l'on a soin de définir tout ce qui a un sens dans chaque système, à l'aide de repères pris dans le système lui-même (sans employer jamais les mots droit, gauche, sens direct, sens inverse). C'est là la façon la plus générale de définir les relations qui existent entre deux systèmes symétriques l'un de l'autre.

III. TRANSFORMATIONS SYMÉTRIQUES.

7. Nous appellerons *transformation symétrique* tout mode de transformation qui, appliqué à un système quelconque, donne son symétrique.

8. Théorème. — *Deux transformations symétriques appliquées successivement à un système quelconque produisent le même effet qu'un simple déplacement du système dans l'espace.*

Cela résulte immédiatement de ce fait que le symétrique du symétrique d'un système est identique au système lui-même.

Nous énoncerons plus simplement ce théorème en disant qu'*une double transformation symétrique équivaut à un déplacement.* Une double transformation symétrique équivaut donc, dans le cas le plus général, à un mouvement héliçoïdal ; dans des cas particuliers, elle pourra donner une translation, une rotation ou même elle pourra simplement restituer le système primitif point par point.

9. Théorème. — Si un système est défini analytiquement et rapporté à des axes coordonnés gauches, par exemple :

Opérer une transformation symétrique revient à construire un système en se servant des mêmes données analytiques et d'axes coordonnés rectangulaires droits convenablement choisis.

Répéter deux fois cette même transformation symétrique revient à construire un système en se servant des mêmes données analytiques, mais en prenant des axes gauches qui soient placés par rapport aux premiers axes transformés droits comme ceux-ci le sont par rapport aux axes gauches primitifs.

La première partie de ce théorème est évidente.

Le sytème ayant subi une première transformation symétrique pourra encore être défini analytiquement à l'aide des premiers axes gauches, il faudra seulement chercher pour cela quelles sont les nouvelles données analytiques nécessaires.

La deuxième transformation symétrique consistera (puisqu'elle est identique à la première) à construire un nouveau système avec ces nouvelles données analytiques et les axes droits : les axes droits se transformeront alors en axes gauches qui seront définis analytiquement de la même manière par rapport aux axes droits que ceux-ci le sont par rapport aux axes gauches primitifs. Les derniers axes gauches seront, du reste, le résultat final de la double transformation des premiers axes gauches, et les premières données analytiques qui servaient à définir le système primitif rapporté aux premiers axes gauches serviront à définir le système deux fois transformé rapporté aux derniers axes gauches.

IV. SYMÉTRIE D'UN SYSTÈME.

10. Il peut se faire qu'un système soit défini analytiquement de la même manière en se servant soit d'axes coordonnés rectangulaires du type gauche ayant une certaine position, soit d'axes coordonnés rectangulaires du type droit, ayant une autre position dans le système. Cette propriété caractérise un système identique à son symétrique.

Nous dirons qu'un pareil système est *symétrique*.

A un point du système défini analytiquement par rapport aux axes gauches correspond un autre point du système défini de la même manière par rapport aux axes droits ; ce dernier point sera symétrique du premier dans le système.

Un point sera symétrique dans le système lorsqu'il sera défini analytiquement de la même manière par rapport aux axes gauches que par rapport aux axes droits.

11. Si dans un système symétrique, on change d'axes coordonnés gauches, le système sera toujours symétrique, mais ce seront de nouveaux axes droits qui correspondront aux nouveaux axes gauches. Ces nouveaux axes droits seront aux premiers axes droits ce que les nouveaux axes gauches sont aux premiers axes gauches, afin que les formules de transformation des données analytiques soient les mêmes. Après un pareil changement d'axes coordonnés, chaque point aura toujours le même point qu'avant pour symétrique, car les coordonnées de même nom d'un point et de son symétrique ayant subi les mêmes transformations resteront égales entre elles.

12. Une *transformation symétrique indifférente* sera une transformation symétrique qui laisse le système dans un état identique à celui dans lequel il était avant. Les transformations symétriques indifférentes ne peuvent se rencontrer que dans des systèmes symétriques, et les systèmes symétriques doivent nécessairement posséder des transformations symétriques indifférentes.

Théorème. — Deux transformations symétriques indifférentes pour un système symétrique appliquées successivement à ce système donnent un déplacement indifférent du système.

En effet, une double transformation symétrique équivaut à un déplacement (8). Puisque chaque transformation laisse le système dans un état identique à celui dans lequel il était avant, il en sera de même pour le déplacement résultant qui sera indifférent.

Dans le cas le plus général, une double transformation symétrique indifférente équivaut donc à un mouvement indifférent effectué autour d'un axe héliçoïdal de répétition du système ; dans des cas particuliers, la double transformation symétrique indifférente pourra être équi-

valente à une rotation d'angle k $\frac{2\pi}{q}$ (k entier) autour d'un axe de répétition d'ordre q du système, ou pourra être équivalente à une simple translation de répétition ou même elle pourra restituer le système primitif point par point.

V. ÉLÉMENTS DE SYMÉTRIE D'UN SYSTÈME.

13. *Théorème :* Un système symétrique possède toujours : *soit un plan de symétrie directe à pôle d'ordre q.*

Soit un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q.

Soit un centre de symétrie.

Soit un plan de symétrie translatoire directe.

Soit un plan de symétrie translatoire alterne.

(q est un nombre entier quelconque.)

Un système symétrique peut du reste posséder conjointement plusieurs de ces éléments de symétrie.

On peut encore dire que : *dans le cas le plus général d'une transformation symétrique indifférente, on peut obtenir les symétriques des points du système en abaissant de chaque point une perpendiculaire sur un plan déterminé, en prolongeant cette perpendiculaire d'une longueur égale à elle-même au delà du plan et en faisant tourner tout le système de points ainsi obtenus d'un angle de* k$\frac{1}{2}\frac{2\pi}{q}$ *autour d'un axe de répétition d'ordre q normal au plan.* Les 5 éléments de symétrie indiqués plus haut et seuls possibles correspondent, en effet, aux divers cas d'un même genre de transformation symétrique.

14. Considérons d'abord le cas particulier d'une transformation symétrique indifférente dans laquelle un point O est son propre symétrique.

Les coordonnés de même nom du point sont les mêmes par rapport aux axes gauches et par rapport aux axes droits correspondants symétriques. Changeons d'axes coordonnés gauches et choisissons de nouveaux axes gauches ayant leur origine au point o, les nouveaux axes droits correspondants symétriques auront aussi leur origine en o.

Répétons deux fois la transformation symétrique indifférente indiquée par la correspondance des axes droits aux axes gauches; le point O restant fixe, le mouvement indifférent qui en résultera (12) sera dans le cas le plus général une rotation d'angle $k \frac{2\pi}{q}$ autour d'un axe de répétition A d'ordre q, passant par le point o.

Changeons encore les axes coordonnés gauches en conservant toujours l'origine en o, mais en prenant comme axe des z l'axe de répétition A. Les axes coordonnés droit correspondants à ces nouveaux axes gauches auront toujours leur origine en o.

Faisons maintenant tourner le système droit autour de son axe des z jusqu'à ce que (le système gauche correspondant tournant aussi autour de son axe des z) l'axe $o'x$ du système droit soit situé dans le plan des $x\,y$ du système gauche et fasse avec $o\,x$ un angle inférieur à 180°. Ce sont les deux derniers systèmes d'axes coordonnés ainsi obtenus que nous adopterons ; nous avons fig. (1) un système gauche d'axes coordonnés $(o\,x\,y\,z)$ ayant pour axe des z l'axe de répétition A et un système droit $(o\,x'\,y'\,z')$ d'axes coordonnés correspondants dont l'axe des x $(o\,x')$ est situé dans le plan des $x\,y$ du système gauche. Soit φ l'angle des deux axes des X et θ celui des deux axes des Z; φ est plus petit que 180°.

Revenons maintenant à la double transformation symétrique indifférente; cette double transformation ne sera en rien altérée par le changement d'axes coordonnés (11) et équivaudra toujours à une rotation effectuée autour de

l'axe de répétition A, qui n'est autre chose que l'axe oz.

$(o\,x\,y\,z)$ devient après la première transformation $(ox'\,y'\,z')$ et après la deuxième transformation $(ox_1\,y_1\,z_1)$. Voici comment on peut construire ces derniers axes coordonnés : $(ox_1\,y_1\,z_1)$ doit être pour $(ox'\,y'\,z')$ ce que $(o\,x'\,y'\,z')$ est pour $(o\,x\,y\,z)$ (9).

ox' est dans le plan $o\,x\,y$ et fait un angle φ avec ox (φ est compté dans le sens qui va de ox vers oy); ox_1 sera donc dans le plan $ox'\,y'$ et fera un angle φ avec ox' (φ sera compté dans le sens qui va de ox' vers oy').

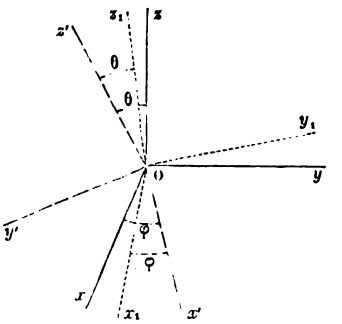


Fig. 1.

On obtient oz' à l'aide de oz en faisant tourner cette ligne d'un angle θ autour de ox' et dans le sens qui diminue par exemple l'angle de oz et de ox. On obtiendra donc oz en faisant tourner oz' autour de ox_1 d'un angle θ et dans le sens qui diminue l'angle de oz' et de ox'.

Mais $(ox_1\,y_1\,z_1)$ doit être une transformation de $(oxyz)$ obtenue par simple rotation autour de oz ; donc oz_1 doit coïncider avec oz et le plan $ox_1\,y_1$ doit coïncider avec oxy. Ceci ne peut arriver que dans un des 3 cas suivants :

1° $\theta = 0$ avec φ quelconque, oz' coïncide avec oz, $(ox_1\,y_1\,z_1)$ coïncide avec $(oxyz)$.

2° $\theta = \pi$ avec φ quelconque, oz' est inverse de oz.

3° 0 quelconque avec $\varphi = 0$, ox' coïncide avec ox ($ox_1\ y_1\ z_1$) coïncide avec ($oxyz$).

1° et 3° Les axes coordonnés droits et gauches correspondants ont un axe de même nom commun ; l'axe oz par exemple ; les axes ox et ox' forment entre eux un angle φ.

Faisons tourner les axes coordonnés gauches autour de oz d'un angle égal à $\frac{\varphi}{2}$, on obtiendra un nouveau système d'axes gauches. Les axes droits correspondants s'obtiendront par une rotation de $\frac{\varphi}{2}$ en sens inverse, si bien que les nouveaux axes droits et gauches auront les axes coordonnés de deux espèces communs (ici ce sont les z et les x) ceux de la 3° espèce sont inverses l'un de l'autre (ici ce sont les y).

On dit que le système possède un *plan de symétrie* (celui des $z\ x$), et chaque point du système a un symétrique que l'on obtient en changeant y en $-y$, c'est-à-dire en abaissant une perpendiculaire sur le plan de symétrie et en la prolongeant d'une longueur égale à elle-même.

Le système se confond avec son image prise par rapport au plan.

Remarquons que, dans ce cas, il n'y a pas nécessairement d'axes de répétition, et que le symétrique du symétrique d'un point n'est autre chose que le premier point lui-même.

2° Les axes des z du système d'axes gauches et de son correspondant symétrique sont inverses l'un de l'autre. Soit φ l'angle de ox et ox', ox_1 fera avec ox un angle égal à 2φ et l'on aura $2\varphi = k\frac{2\pi}{q}$, k étant un entier et q l'ordre de l'axe de répétition ox.

La transformation symétrique indifférente consiste à faire tourner le système d'un angle φ autour d'un axe de répétition d'ordre q, puis à prendre ensuite son image par

rapport à un plan normal. A cause de l'axe de répétition d'ordre q, il y aura $(q - 1)$ autres transformations symétriques possibles, les q transformations seront obtenues en faisant tourner le système d'un angle $(k \frac{2\pi}{q} + \varphi$ autour de l'axe de répétition avec k égal à 0, 1, 2,.... $(q - 1)$, puis en prenant son image par rapport à un plan normal à l'axe. Nous dirons que l'on a affaire à *un plan de symétrie à pôle d'ordre q* et qu'un pareil plan indique l'existence de q transformations symétriques indifférentes, distinctes. — On a $2\varphi = k \frac{2\pi}{q}$ deux cas sont possibles, ou bien k est pair, ou bien k est impair.

Premier cas. — k est pair. $k = 2k'$, $\varphi = k' \frac{2\pi}{q}$ Les rotations dans les q transformations symétriques seront d'angle $k \frac{2\pi}{q}$ (avec k égal à 0, 1, 2,.... $(q - 1.)$ On dit que l'on a un *plan de symétrie directe à pôle d'ordre q*.

Une des transformations symétriques indifférentes (pour $k = 0$) consiste à prendre l'image du système par rapport au plan sans adjoindre aucune rotation à cette transformation.

Tout plan de symétrie ordinaire accompagné d'un axe de répétition normal d'ordre q doit être considéré comme un plan de symétrie directe à pôle d'ordre q.

A un point correspond $(q - 1)$ autres points homologues du premier par répétition, les q points homologues étant situés dans un plan normal à l'axe de répétition et au sommet d'un polygone régulier de q côtés ; l'axe passant par le centre de figure de ce polygone. Au premier point considéré correspond encore q points symétriques qui ne sont autre chose que les images prises par rapport au plan de symétrie directe des q points homologues par répétition. La figure 2 représente les homologues par répé-

tition et par symétrie d'un point a dans le cas où l'on a un plan de symétrie directe à pôle d'ordre 3. P^3.

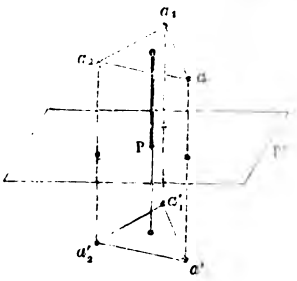


Fig. 2.

Si q est pair, une des rotations dans les transformations symétriques indifférentes sera égale à π (lorsque l'on aura $k = \frac{q}{2}$), mais on voit que le système d'axes gauche et son correspondant symétrique droit relatif à cette transformation symétrique indifférente seront alors exactement inverses, axes pour axes. Lorsqu'un pareil fait se produira, nous dirons que le système possède *un centre de symétrie*. Chaque point du système a un symétrique que l'on obtient en joignant le point au centre et en prolongeant au delà du centre d'une longueur égale. Le symétrique du symétrique d'un point par rapport à un centre n'est autre chose que le point lui-même.

Une des q transformations symétriques indifférentes d'un plan de symétrie direct à pôle d'ordre q est donc une transformation par centre de symétrie lorsque q est pair, le centre de symétrie se confondant avec le pôle du plan.

Lorsque q est impair, le pôle du plan de symétrie directe ne peut pas être un centre de symétrie.

2e CAS. — k est impair. $k = 2k' + 1$, $\varphi = \left(k' + \frac{1}{2}\right)\frac{2\pi}{q}$.

Les rotations dans les q transformations symétriques seront d'angles $\left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{2\pi}{q}$

avec k égal à $0, 1, 2, \ldots (q - 1)$.

On dit que l'on a un *plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q*. Un plan de symétrie alterne ne jouit plus des propriétés des plans de symétrie dans le sens ordinaire du mot, c'est-à-dire que le système ne se confond pas avec son image prise par rapport au plan.

A un point correspond $(q - 1)$, autres points homologues du premier par répétition, les q points homologues étant situés dans un plan normal à l'axe de répétition et au sommet d'un polygone régulier de q côtés ; l'axe passant par le centre de figure de ce polygone. Au premier point correspondent encore q points symétriques, ceux-ci peuvent être obtenus en prenant les images, par rapport au plan de symétrie alterne, des q points homologues par répétition et en faisant tourner ces images d'un angle égal à $\frac{1}{2}\frac{2\pi}{q}$ autour de l'axe de répétition. On voit que ces points symétriques *alternent*, dans leur position autour de l'axe. avec la position de ceux que l'on obtiendrait si l'on avait

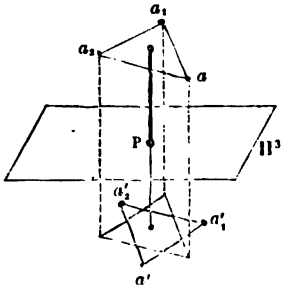


Fig. 3

affaire à un plan de symétrie directe à pôle de même ordre. ce qui justifie la dénomination que nous avons adoptée.

La figure (3) représente les homologues par répétition et par symétrie d'un poin a dans le cas d'un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre 3. π^3.

Contrairement à ce qui arrive lorsque l'on a un plan de symétrie directe, le pôle d'un plan de symétrie alterne ne peut être un centre de symétrie lorsque son ordre q est pair, et il est au contraire nécessairement *un centre de symétrie lorsque q est impair*. Dans ce dernier cas, une des q transformations symétriques du plan est aussi une transformation par centre de symétrie.

Un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre 1 comporte une seule transformation symétrique indifférente qui consiste à faire tourner le système d'un angle π autour de la normale au plan menée par le pôle, puis à en prendre l'image par rapport au plan. Cette transformation symétrique est équivalente à une transformation par centre de symétrie, le centre se confondant avec le pôle du plan.

Donc ce sont des expressions équivalentes que de dire qu'un système possède un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre 1 ou de dire qu'il possède un centre de symétrie.

15. En résumé : Lorsque, dans un système symétrique, un point o est son propre symétrique, il doit toujours y avoir, passant par ce point, soit *un plan de symétrie directe à pôle d'ordre q*, soit *un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q ;* le point étant le pôle de ces plans.

Lorsque q est pair, l'existence d'un plan de symétrie direct d'ordre q entraîne celle d'un centre de symétrie au pôle o (les propriétés du centre étant, du reste, entièrement contenues dans les propriétés du plan à pôle d'ordre q).

Lorsque q est impair, l'existence d'un plan de symétrie alterne d'ordre q, entraîne celle d'un centre de symétrie au pôle o (les propriétés du centre étant encore entièrement contenues dans les propriétés du plan de symétrie alterne.)

Au contraire, l'existence d'un plan de symétrie directe à

pôle d'ordre q, avec q impair, ou celle d'un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q, avec q pair, est incompatible avec celle d'un centre de symétrie au pôle o.

Un plan de symétrie directe d'ordre 1 est un plan de symétrie dans l'acception ordinaire du mot (tous les points du plan sont des pôles d'ordre 1).

Dire qu'un système possède un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre 1 revient à dire qu'il possède un centre de symétrie au pôle du plan.

Dans un système qui possède un centre de symétrie, tout plan passant par le centre peut être considéré comme un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre 1.

Normalement à un plan de symétrie directe à pôle d'ordre q, ou à un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q, il existe toujours un axe de répétition d'ordre q passant par le pôle du plan.

---

16. Considérons maintenant le cas plus général où le système est défini analytiquement de la même manière pour des axes coordonnés rectangulaires gauches et pour des axes coordonnés rectangulaires droits, ayant des origines distinctes.

Répétons deux fois la double transformation symétrique indiquée par la correspondance des axes droits aux axes gauches. Le mouvement indifférent qui en résultera (12) sera dans le cas le plus général un mouvement héliçoïdal effectué autour d'un axe héliçoïdal de répétition A du système.

Changeons maintenant les axes coordonnés gauches; transportons l'origine sur l'axe héliçoïdal A et orientons les axes coordonnés de telle sorte que l'axe des z coïncide avec cet axe héliçoïdal, et que, de plus, l'axe ox' du nouveau système droit symétrique correspondant soit parallèle au plan des xy du système gauche et fasse avec ox un angle inférieur à π. On peut toujours obtenir ces derniers résultats en faisant tourner les deux systèmes d'axes coordonnés autour de leurs axes des z.

Soit $(oxyz)$ et $(o'x'y'z')$, ces nouveaux systèmes gauches et droits d'axes coordonnés.

Revenons à la double transformation symétrique avec ces nouveaux axes : $(oxyz)$ devient après la première transformation $(o'x'y'z')$ et après la deuxième transformation $(o_1\, x_1\, y_1\, z_1)$; comme cette double transformation équivaut à un mouvement héliçoïdal autour de oz, il en résulte que o_1 est sur oz, que $o_1\, z_1$ coïncide avec la ligne oz et est de même sens que oz (mais o et o_1 sont en général distincts).

Occupons-nous d'abord des orientations : par un même point O quelconque, menons des axes coordonnés rectangulaires OXYZ, OX'Y'Z', $OX_1\, Y_1\, Z_1$ respectivement parallèles axes pour axes à $oxyz$, $o'x'y'z'$, $o_1\, x_1\, y_1\, z_1$.

Soit φ, l'angle des axes OX et OX', qui est aussi celui de ox et $o'x'$; et θ l'angle des axes OZ et OZ', qui est aussi celui de oz et $o'z'$: $OX_1\, Y_1\, Z_1$ doit être pour OX'Y'Z', ce que OX' Y' Z' est pour OXYZ (9) : OX est dans le plan X' OY' et OZ_1 doit coïncider avec OZ, nous avons déjà vu que cela ne peut arriver que dans un des trois cas suivants :

1° $\theta = 0$ avec φ quelconque, $o'\, z'$ est parallèle à oz et de même sens, $(o_1\, x_1\, y_1\, z_1)$ est parallèle axe pour axe à $(oxyz)$.

2° $\theta = \pi$ avec φ quelconque, $o'\, z'$ est parallèle à oz, mais dirigé en sens inverse.

3° θ quelconque avec $\varphi = 0$, $o'x'$ est parallèle à ox et de même sens. $o_1\, x_1\, y_1\, z_1$ est parallèle à $oxyz$.

1° et 3°. Les axes coordonnés gauches et droits ont un axe de même nom parallèle et de même sens. Les axes oz par exemple.

1er changement d'axes : faisons tourner les axes gauches autour de oz jusqu'à ce que (les axes droits correspondants tournant autour de $o'z'$) les axes ox et $o'x'$ soient parallèles et de même sens, les axes des y sont alors parallèles, mais de sens inverses.

2e changement d'axes : donnons aux axes gauches une

translation parallèle à oy, jusqu'à ce que (les axes droits correspondants se transportant parallèlement en sens inverse) les plans des xz et des x' z' se confondent.

3e changement d'axes : faisons tourner les axes gauches autour de oy jusqu'à ce que (les axes droits correspondants tournant autour de $o'y'$) les deux axes des x soient sur une même ligne, passant par les deux origines.

On a donc finalement : le plan des xz commun pour les axes droits et gauches, les axes des x de même sens, et coïncidant avec la même ligne, la distance des origines sur cette ligne étant τ, par exemple, les axes des y parallèles mais de sens inverses, les axes des z parallèles et de même sens. Nous dirons que le système a *un plan de symétrique translatoire* (fig. 4).

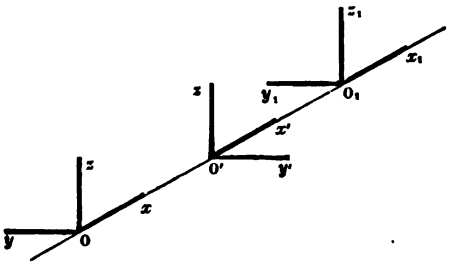


Fig. 4.

On obtient le symétrique d'un point pour un pareil plan en prenant le symétrique ordinaire du point par rapport au plan et en lui donnant un déplacement déterminé τ, parallèlement au plan et dans une direction déterminée. Pour qu'un plan de symétrie translatoire soit entièrement défini, il faut donc connaître, outre le plan, la grandeur et la direction de la translation τ.

Si l'on répète deux fois la transformation symétrique indifférente qui caractérise un plan de symétrie translatoire on obtient une translation de répétition de même direction

que celle de la translation du plan de symétrie et de grandeur 2τ. Cette translation de répétition entraîne comme on sait une infinité d'autres translations de répétition de grandeur $k\,2\tau$ (k étant un entier quelconque). Chaque translation de répétition $k\,2\tau$, jointe à une transformation symétrique indifférente de translation τ donne une nouvelle transformation symétrique indifférente analogue à la première, mais de translation $(2k+1)\tau$; donc on a aussi une infinité de transformations symétriques indifférentes.

Si τ est la plus petite des translations de ces transformations symétriques indifférentes, il existera, comme nous l'avons vu, une translation de répétition de grandeur 2τ; deux cas pourront alors se présenter : ou bien la translation de répétition 2τ sera la plus petite parmi celles parallèles à la direction considérée ; ou bien la translation de répétition la plus petite parmi celles parallèles à la direction considérée sera de grandeur τ. Aucun autre cas n'est admissible, car une translation égale à une fraction de τ entraînerait l'existence d'une transformation symétrique translatoire de translation inférieure à τ, ce qui est contre l'hypothèse.

Lorsque la translation de répétition la plus petite est τ, on a *un plan de symétrie translatoire direct,* un pareil plan n'est autre chose qu'un plan de symétrie pris dans le sens ordinaire du mot accompagné d'une translation de répétition τ, parrallèle au plan. A un point correspond une infinité de points homologues par répétition situés sur une même ligne parallèle au plan et se succédant à des intervalles égaux à τ. A ce point correspond aussi une infinité de points symétriques qui sont les images prises par rapport au plan des homologues par répétitions.

Lorsque la translation de répétition la plus petite est 2τ, on a *un plan de symétrie translatoire alterne.* A un point correspond une infinité d'autres points homologues par répétitions situés sur une même parallèle ou plan et

se succédant à des intervalles égaux à 2τ. A ce point correspond aussi une infinité de points symétriques qu'on peut obtenir en prenant les images par rapport au plan des points homologues par répétition et en les faisant glisser d'une quantité τ sur la ligne sur laquelle elles se trouvent. On voit que ces points symétriques *alternent* en position sur une même droite avec ceux qui auraient existé si l'on avait eu affaire à un plan de symétrie translatoire direct.

On peut considérer un plan de symétrie translatoire direct comme étant un plan de symétrie direct à pôle d'ordre infini, ce pôle étant situé à l'infini dans une direction normale à la translation. On peut considérer un plan de symétrie translatoire alterne comme étant un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre infini, ce pôle étant situé à l'infini dans une direction normale à la translation.

2° Les axes des z du système droit et de son correspondant symétrique sont parallèles, mais de sens inverse.

Changeons les axes coordonnés : donnons aux axes gauches une translation parallèle aux z, jusqu'à ce que (les axes droits correspondants se transportant parallèlement en sens inverse) les plans des xy se confondent.

Faisons tourner ensuite les axes gauches autour de oz jusqu'à ce que oy passe par o' (les axes droits tournant autour de $o'z'$).

o_1 doit être à $(o'x'y'z')$ ce que o' est à $(oxyz)$, donc il doit être situé sur $o'y'$, mais il doit être, en outre, sur l'axe héliçoïdal A ou oz ; donc, en premier lieu, o_1 ne peut être autre chose que o. 2 cas sont seulement possibles :

Ou bien la distance oo' est nulle et nous retombons sur un cas déjà étudié de systèmes symétriques en un point. — Ou bien $o'y'$ et oy sont de sens inverses et se confondent avec la ligne qui joint les origines. On peut dans ce cas donner une translation aux axes gauches parallèlement aux y jusqu'à ce que (le système droit se transportant en sens inverse) les deux origines coïncident ; on est donc

encore dans un cas déjà considéré ; les axes de même nom des systèmes droits ou gauches sont dans le prolongement les uns des autres et de sens inverse, on a un centre de symétrie.

17. Ainsi, outre les plans de symétrie directe à pôle d'ordre q, les plans de symétrie alterne à pôle d'ordre q, et les centres de symétrie, un système peut encore posséder des *plans de symétrie translatoire directe ou alterne.*

Ces derniers ne conviennent qu'à un milieu illimité.

Un système symétrique qui ne possède aucun point symétrique (c'est-à-dire aucun point qui soit son propre symétrique) ne peut posséder que des plans de symétrie translatoire alterne.

On a un *plan de symétrie translatoire continue* lorsque la translation τ est infiniment petite.

VI. THÉORÈMES

18. Quand un système possède un centre de symétrie, tout plan passant par le centre et normal à un axe de répétition d'ordre pair ($q = 2k$) passant par le centre est un plan de symétrie directe à pôle d'ordre q ; tout plan passant par le centre et normal à un axe d'ordre impair ($q = 2k + 1$) passant par le centre, est un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q.

19. Lorsqu'un système possède un plan de symétrie passant par un centre de symétrie, la droite normale au plan et passant par le centre est un axe de répétition d'ordre pair. (Bravais.)

20. Lorsqu'un plan de symétrie passe par un axe de répétition d'ordre q, il y a toujours q plans de symétrie passant par l'axe. (Bravais.)

Deux plans successifs font entre eux un angle égal à

$\frac{1}{2}\frac{2\pi}{q}$; si q est pair, les plans sont doublés (par répétition) et sont de deux espèces distinctes pour les répétitions que donne l'axe ; si q est impair, les plans ne sont pas doublés, pour l'axe ils sont tous de même espèce, mais leurs inverses peuvent être considérés comme des plans d'une 2e espèce pour l'axe.

21. Si deux plans de symétrie se rencontrent, leur intersection est un axe de répétition. (Bravais.)

22. On sait qu'un axe de rotation doublé d'ordre q entraîne l'existence de $2q$ axes (q axes binaires ou d'ordre pair et leurs inverses) dans un plan normal au premier axe. Ces $2q$ axes se rencontrent tous au pied de l'axe principal sur le plan normal.

Théorème : Si un plan de symétrie directe à pôle d'ordre q contient des axes binaires ou d'ordre pair passant par le pôle (il en aura $2q$), le système possèdera q plans de symétrie passant par l'axe de répétition normal d'ordre q et par les axes binaires.

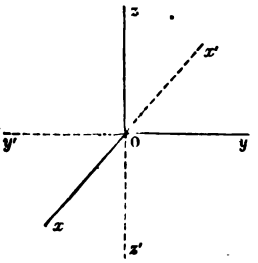


Fig. 5

En effet, choisissons des axes coordonnés gauches (o, x, y, z) (fig. 5), ayant pour axe des z l'axe de répétition d'ordre q et pour axe des y l'un des axes binaires, soit ox', oy', oz', les inverses des ox, oy, oz, puisque xoy est un plan de symétrie $oxyz'$ est un système d'axes droit symétriques

de $(oxyz)$, dans le système, puisque oy est un axe de répétition d'ordre pair $ox'zy$, sera homologue par répétition de $(oxyz')$ et par conséquent correspondant symétrique de $(oxyz)$, donc le plan zoy est un plan de symétrie.

Réciproquement : si, par un axe d'ordre q et un axe d'ordre pair normal, passe un plan de symétrie, le plan normal à l'axe d'ordre q et passant par l'axe d'ordre pair est un plan de symétrie directe à pôle d'ordre q. Démonstration analogue à la précédente.

23. Théorème : Si un même plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q contient des axes binaires (ou d'ordre pair) passant par le pôle, le système possèdera q plans de symétrie passant par l'axe principal d'ordre q et par les bissectrices de deux axes binaires consécutifs.

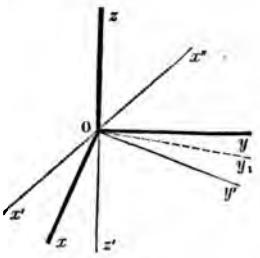


Fig. 6.

En effet, choisissons des axes coordonnés rectangulaires gauches $o\,x\,y\,z$, ayant pour axe des z, l'axe de répétition d'ordre q (fig. 6) et pour axe des y un axe binaire $o\,y$, soit $o\,z'$ l'inverse de $o\,z$, $o\,y'$ l'axe binaire le plus voisin de $o\,y$ $\left(y'\,o\,y = \frac{1}{2}\frac{2\pi}{q}\right)$, oy_1 la bissectrice de yoy' ; xoy étant un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q, les axes coordonnés droits $(ox'y'z')$ sont correspondants symétriques de $(oxyz)$. oy' étant un axe binaire $(o\,x''\,y'\,z)$ est homologue par répétition de $(ox'y'z')$ et par conséquent correspondant symétrique de $(oxyz)$.

Un changement d'axe de $(o\ x\ y\ z)$ amenant $o\ y$ en $o\ y_1$ par rotation autour de $o\ z$, nécessiterait un changement d'axe du correspondant symétrique $(o\ x''\ y'\ z)$, amenant aussi $o\ y'$ en $o\ y_1$ par rotation autour de $o\ z$.

Ces nouveaux axes symétriques montrent que $z\ o\ y_1$ est un plan de symétrie.

Réciproquement : Si par un axe d'ordre q doublé et par la bissectrice des deux axes d'ordre pair consécutifs normaux en un même point au premier axe passe un plan de symétrie, le plan normal à l'axe principal est un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q. Démonstration analogue à la précédente.

24. Enfin, si un système possède un axe d'ordre q normal à un plan de symétrie ou de symétrie alterne et par lequel passent q plans de symétrie, il possèdera également $2\,q$ axes binaires contenus dans le plan de symétrie ou de symétrie alterne, et l'axe d'ordre q sera doublé.

25. En résumé, considérons les trois groupes d'éléments d'ordre suivants : 1° plan de symétrie ou de symétrie alterne à pôle d'ordre q ; 2° dans ce plan, q axes d'ordre pair passant au pôle ; 3° q plans de symétrie passant par l'axe d'ordre q normal au plan.

Ces trois groupes d'éléments d'ordre peuvent exister chacun séparément avec l'axe d'ordre q ; ils peuvent exister conjointement, mais deux quelconques de ces groupes ne peuvent se trouver réunis dans un système sans que le 3e s'y trouve également.

26. De même pour les trois éléments d'ordre : 1° plan de symétrie ; 2° centre de symétrie dans le plan ; 3° axe de répétition d'ordre pair normal au plan et passant par le centre. 1°, 2° et 3° peuvent exister séparément, mais deux d'entre eux nécessitent l'existence du 3e.

27. De même encore pour : 1° un plan de symétrie alterne ; 2° un centre de symétrie au pôle du plan ; 3° un axe de répétition d'ordre impair normal au plan et passant par le pôle.

VII

Pour indiquer toutes les transformations symétriques que peut présenter un système, il faut indiquer tous les plans de symétrie, tous les plans de symétrie alterne, tous les plans de symétrie translatoire, tous les centres de symétrie du système.

Pour qu'un système présentant des répétitions déterminées constitue un type de système symétrique possible, il faut qu'après lui avoir reconnu des éléments de symétrie, on obtienne un *système cohérent,* c'est-à-dire un ensemble dans lequel on peut effectuer toutes les transformations symétriques indifférentes et tous les déplacements indifférents indiqués, sans nécessiter l'existence de nouveaux éléments de symétrie ou de répétition.

On peut encore démontrer l'existence d'un type en donnant un exemple d'un système existant et tel qu'il ne peut se rapporter à aucun des autres types dont on peut rationnellement supposer l'existence.

VIII. — SYMÉTRIE DANS LES DIVERS TYPES DE RÉPÉTITIONS RELATIFS A UN SYSTÈME LIMITÉ

C'est-à-dire symétrie dans les types de répétition possédant un seul centre de répétition principal par lequel passent tous les axes.

Les plans de symétrie translatoire ne font jamais partie de pareils systèmes : ils ne peuvent exister que dans un système illimité et tels qu'à un point quelconque correspond toujours une infinité d'autres points homologues.

Tous les plans de symétrie ou de symétrie alterne auront pour pôle le centre de répétition principal, sans quoi ce centre de répétition principal ne pourrait être unique. Pour la même raison, tout centre de symétrie se confond avec le centre de répétition principal. Le centre de répétition principal est donc symétrique pour tous les éléments de symétrie et l'on pourrait intituler ce chapitre : *répétitions et symétries relatives à un point.*

Les types de répétitions que nous avons à considérer sont ceux qui se rencontrent dans: 1° la sphère; 2° l'icosaèdre régulier ; 3° le cube ; 4° le tétraèdre ; 5° un prisme droit à base de polygone régulier de q côtés; 6° une pyramide régulière ayant pour base un polygone régulier de q côtés ; 7° un cylindre circulaire droit; 8° un cône circulaire droit ; 9° un solide quelconque sans répétitions.

Ces 9 types de répétitions peuvent d'abord exister sans symétrie aucune.

Nous désignerons par L^q un axe de répétition d'ordre q.

Nous considèrerons un sens à chaque droite, et les droites coïncidant mais de sens inverse seront regardées comme distinctes; il en résulte que le nombre d'axes sera double de celui ordinairement adopté. Lorsque des axes inverses seront de même espèce par répétition, ils constitueront *un axe doublé.* Lorsque des axes inverses seront d'espèce différente pour les répétitions, ils seront désignés d'une façon distincte ; (L^q, l^q) par exemple seront des axes inverses d'ordre q d'espèces différentes (1).

Nous désignerons par P_q un plan de symétrie à pôle d'ordre q et par π^q un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q; nous placerons généralement les P et les π dans les symboles d'un système au-dessous des axes de répétition qui leur sont normaux.

Nous désignerons par C un centre de symétrie.

(1) Voir *Bulletin de la Société minéralogique*, 1884, p. 89, sur les questions d'ordre, par M. P. Curie.

Nous n'avons pas jugé nécessaire ici de supposser un sens (une face positive) aux plans de symétrie ; cette considération aurait cependant amené quelques simplifications, dans les symboles de certains systèmes ; elle aurait doublé le nombre de plans de symétrie dans chaque système.

I. — TYPE SPHÉRIQUE.

1° type sans symétrie. ∞L^{∞} exemple : sphère remplie d'un liquide doué du pouvoir rotatoire.

2° type symétrique, une infinité de plans de symétrie à pôle d'ordre ∞, un centre de symétrie, exemple : surface sphérique ;

$$\left.\begin{matrix}\infty L^{\infty} \\ \infty P^{\infty}\end{matrix}\right\} C$$

II. — TYPE DE L'ICOSAÈDRE. $12L^5$, $20L'^3$, $30'L''^2$.

1° pas de symétrie $12L^5$, $20L'^3$, $30L''^2$.

2° 6 plans de symétrie alterne normaux aux axes quinaires, d'où un centre de symétrie, d'où 10 plans de symétrie alterne normaux aux axes ternaires.

15 plans de symétrie normaux aux axes binaires passant par des axes quinaires, ternaires et binaires.

$$\left.\begin{matrix}12L^5, 20L'^3, 30L''^2 \\ 6\pi^5, 10\pi'^3, 15P''^2\end{matrix}\right\} C.$$

En considérant le polyèdre adhérent à un axe quinaire, on voit facilement que les plans de symétrie passent par l'axe et ne peuvent être que d'une seule espèce (sans quoi les plans de symétrie entraîneraient l'existence de nouveaux axes). Ces plans entraînent le cas 2°. Des plans de symétrie

alternes normaux aux axes binaires doublés passeraient par des axes binaires et par conséquent nécessiteraient l'existence de plans de symétrie. Ce cas de 2° est donc le seul type symétrique.

III. — TYPE DU CUBE. $6L^4, 8L'^3, 12L''^2$.

1° pas de symétrie. Exemple : un hémièdre de l'hexoctaèdre.

$$6L^4, 8L'^3, 12L''^2.$$

2° 3 plans de symétrie de pôle d'ordre 4 normaux aux axes quaternaires.

D'où centre de symétrie.

D'où 6 plans de symétrie à pôle d'ordre 2, normaux aux axes binaires,

D'où encore 4 plans de symétrie alterne à pôle d'ordre 3 normaux aux axes ternaires.

Exemple : cube.

$$\left.\begin{array}{l} 6L^4, 8L'^3, 12L''^2 \\ 3P^4, 4\pi'^3, 6P''^2 \end{array}\right\} \text{C.}$$

Aucun autre cas n'est possible.

En considérant le polyèdre adhérent à un axe quaternaire, on voit que les seuls plans de symétrie possibles sont ceux qui se trouvent en 2° et qui conduisent nécessairement à ce type.

Un plan de symétrie alterne normal à un axe quaternaire ou binaire passerait par des axes binaires (puisque ces axes sont doublés) et nécessiterait des plans de symétrie (24).

IV. — TYPE DU TÉTRAÈDRE. $4L^3$, $4l^3$, $6L'^2$.

1° Pas de symétrie. $4L^3$, $4l^3$, $6L'^2$, exemples : chlorate de soude. Un tétratoèdre de l'hexoctaèdre dérivé du cube.

2° Les plans normaux aux axes binaires sont des plans de symétrie à pôle d'ordre 2, d'où centre de symétrie — et 4 plans de symétrie alterne à pôle d'ordre 3 normaux aux axes ternaires.

$$\frac{4L^3,\ 4l^3,}{4\pi^3}\ \frac{6L'^2}{3P'^2}\ \Big\}\ C.$$

Exemple dodécaèdre pentagonal dérivé du cube, hémièdre d'un cube pyramidé. $\frac{1}{2}\,b^m_n$.

3° Les 3 plans normaux aux axes binaires sont des plans de symétrie alterne à pôle d'ordre 2, d'où 6 plans de symétrie passant par des axes ternaires et binaires. (Pas de centre et rien normalement aux axes ternaires.) Tétraèdre régulier.

$$4\,L^3,\ 4\,l^3,\ 6\,L'^2,\ 3\,\pi_2',\ 6\,P'$$

V. TYPE A AXE PRINCIPAL DOUBLÉ D'ORDRE q.
$2\,L^q$, $q\,L'^2$, $q\,L''^2$.

1° Pas de symétrie. $2\,L^q$, $q\,L'^2$, $q\,L''^2$.

2° Le plan normal à l'axe principal et passant par les axes binaires est un plan de symétrie à pôle d'ordre q.

q plans de symétrie passant par l'axe principal et les axes binaires.

Exemple : prisme régulier droit à q pans.

Si q est pair, centre de symétrie :

$$\left.\begin{array}{l} 2\,L^q\,,\ q\,L'^2, q\,L'^2 \\ P^q,\ \frac{q}{2}\,P'^2,\ \frac{q}{2}\,P'^2 \end{array}\right\}\ C.$$

Si q est impair, pas de centre :

$$\begin{array}{l} 2\,L^q,\ q\,L'^2,\ q\,l'^2 \\ P^q\,,\ q\,P'. \end{array}$$

3° Plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q, normal à l'axe principal et passant par les axes binaires.

q plans de symétrie passant par l'axe principal et les bissectrices de deux axes binaires successifs.

Exemple : Prisme droit régulier à 2 q pans présentant 2 q facettes e^n, q à l'extrémité supérieure de la moitié des arêtes et q à l'extrémité inférieure de l'autre moitié, les arêtes de chaque moitié alternant.

Si q est pair, pas de centre de symétrie.

$$\begin{array}{l} 2\,L^q,\ q\,L'^2,\ q\,L'^2 \\ \pi^q\,,\ \frac{q}{2}\,P'''',\ \frac{q}{2}\,P^{IV}. \end{array}$$

Si q est impair, centre de symétrie.

$$\left.\begin{array}{l} 2\,L^q,\ \underbrace{q\,L'^2\,,\ q\,l'^2} \\ \pi^q \qquad\quad q\,P'^2 \end{array}\right\} C$$

Ce sont tous les cas possibles : le cas particulier ou $q = 2$ semble pouvoir donner un cas à 3 plans de symétrie alterne rectangulaires, mais les plans de symétrie de ce type montrent qu'un axe ternaire existe alors nécessairement dans le système on retombe sur le type tétraédrique.

VI. TYPE A UN AXE D'ORDRE q ET SON INVERSE. $L^q\, l^q$

1° Pas de symétrie. $L^q\, l^q$.

2° Plan de symétrie à pôle d'ordre q normal à l'axe.

$$\underbrace{L^q,\ l^q}_{P^q}.$$

Exemple : Apatite. — Prisme droit régulier à q faces verticales modifié sur chaque arête verticale par une face verticale non tangente et inclinée dans le même sens pour toutes les arêtes. (Faces $\frac{1}{2}\, h^n$)

q pair, centre de symétrie.

q impair, pas de centre.

3° Un plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q normal à l'axe.

$$\underbrace{L,\ l^q}_{\pi_q}.$$

Exemple : Prisme régulier à q pans, les angles e aux extrémités supérieures de la moitié des arêtes portant une seule facette (b^m, b^n, h^p) ; les angles e aux extrémités inférieures des autres arêtes portent aussi une facette e ; les facettes sont toutes inclinées dans le même sens et les arêtes de chaque moitié alternent autour du prisme.

q pair, pas de centre de symétrie (cas oublié par Bravais).

q impair, centre de symétrie.

4° q plans de symétrie passant par l'axe.

Exemples : Pyramide régulière de q faces latérales. Tourmaline.

Jamais de centre de symétrie ni de plan de symétrie normaux.

$$L_q, l_q, {}_q P.$$

VII. UN AXE D'ISOTROPIE DOUBLÉ. $2\,L^{\infty}, {}_{\infty}L'^{2}$.

1° Pas de symétrie. $2\,L^{\infty}, L_{\infty}'^{2}$.

Exemples : Cylindre circulaire droit, rempli d'un liquide doué de pouvoir rotatoire.

Ensemble de deux cylindres identiques, qui ont leurs axes d'isotropie situés dans le prolongement l'un de l'autre et qui tournent en sens inverse l'un de l'autre, mais avec la même vitesse, autour de leur axe commun.

2° Le plan normal à l'axe principal est un plan de symétrie.

D'où un centre de symétrie et une infinité de plans de symétrie passant par l'axe principal.

$$\left.\begin{matrix} 2\,L^{\infty}, {}_{\infty}L'^{2} \\ P^{\infty}, \ {}_{\infty}P'^{2} \end{matrix}\right\} C.$$

Exemple : Cylindre circulaire droit.

VIII. UN AXE D'ISOTROPIE ET SON INVERSE. L^{∞}, l^{∞}.

1° Pas de symétrie. L^{∞}, l^{∞}.

Exemple : Cône circulaire droit tournant avec une certaine vitesse autour de son axe.

2° Un plan de symétrie normal à l'axe d'isotropie, et un centre.

$$\left.\underbrace{L^{\infty},\ l^{\infty}}_{P^{\infty}}\right\} C.$$

Exemples: Champ magnétique. Cylindre circulaire droit tournant avec une certaine vitesse autour de son axe d'isotropie.

3° Une infinité de plans de symétrie passant par l'axe d'isotropie.

Pas de centre.

$$L^{\infty}, l^{\infty}, P^{\infty}$$

Exemples: Champ électrique. Cône circulaire droit.

IX. Aucune répétition.

1° Pas de symétrie. Système désordonné quelconque.

2° Un plan de symétrie. P

Exemple : Ensemble d'un système désordonné quelconque et de son symétrique par rapport à un plan.

3° Un centre de symétrie.

Exemples: Parallélépipède quelconque. Ensemble d'un système désordonné quelconque et de son symétrique par rapport à un centre.

Remarque I. Un système géométrique de points ne peut posséder d'axe d'isotropie sans avoir en même temps des plans de symétrie passant par l'axe, pour que ces plans de symétrie disparaissent, il faut que les points soient doués de qualités directoriales (c'est-à-dire entraînant avec elles des idées de sens et de direction).

Il en résulte que les trois types ${}_{\infty}L^{\infty}$, $2\,L^{\infty}\ {}_{\infty}L^{2}$, $L^{\infty}\ l^{\infty}$ sans symétrie et le type $\left.\underbrace{L^{\infty}, l^{\infty}}_{P}\right\}$ à plan de symétrie normal à l'axe d'isotropie, ne peuvent être constitués à l'aide d'un système de points géométriques.

Remarque II. *Un système qui possède un centre de répétition principal d'ordre n, ou bien n'est pas symé-*

RÉPÉTITIONS ET SYMÉTRIE D'UN SYSTÈME LIMITÉ. — 24 Types.

Types sphériques.	$_\infty L^\infty$	$\left.\begin{matrix}_\infty L^\infty \\ _\infty P^\infty\end{matrix}\right\}$ C		
Types icosaédriques.	$12L^5, 20L^3, 30L^2$	$\left.\begin{matrix}12L^5, 20L^3, 30L^2 \\ 6\pi^5, 10\pi^3, 15P^2\end{matrix}\right\}$ C		
Types cubiques. .	$6L^4, 8L^3, 12L^2$	$\left.\begin{matrix}6L^4, 8L^3, 12L^2 \\ 3P^4, 4\pi^3, 6P^2\end{matrix}\right\}$ C		
Types tétraédriques.	$4L^3, 4l^3, 6L^2$	$\left.\begin{matrix}\underbrace{4L^3, 4l^3}, 6L^2 \\ 4\pi^3, 3P^2\end{matrix}\right\}$ C	$4L^3, 4l^3, 6L^2$ $3\pi^2, 6P''$	
Types à axe principal doublé . .	$2L^q, qL'^2, qL''^2$	q pair $\left\{\begin{matrix}2L_q, qL'^2, qL''^2 \\ pq, \frac{q}{2}p^2, \frac{q}{2}p''^2\end{matrix}\right\}$ C q impair $\left\{\begin{matrix}2L^q, qL'^2, qL''^2, \\ Pq, \ldots, qP''\end{matrix}\right.$	$\left\{\begin{matrix}2L_q, qL'^2, qL''^2 \\ \pi_q, \quad \frac{q}{2}P''', \frac{q}{2}P^{IV}\end{matrix}\right.$ $\left\{\begin{matrix}2L^q, \underbrace{qL'^2, qL''^2} \\ \pi_q, \quad qP^2\end{matrix}\right\}$ C	
Type possédant un axe et son inverse	L^q, l^q	$\underbrace{L_q, l_q}_{P_q}$ (C si q pair)	$\underbrace{L_q, l_q}_{\pi_q}$ (C si q impair)	$L^q, l^q,$
Types à axe d'isotropie doublé. .	$2L^\infty, {}_\infty L^2$	$\left.\begin{matrix}2L^\infty, {}_\infty L^2 \\ P^\infty, {}_\infty P^2\end{matrix}\right\}$ C		$, qP.$
Types possédant un axe d'isotropie et son inverse	L^∞, l^∞	$\left.\underbrace{L^\infty, l^\infty}_{P^\infty}\right\}$ C		$L^\infty, l^\infty, {}^\infty P$
Types sans répétitions.	O	P	C	

trique en ce point, ou bien possède n transformations symétriques distinctes, et n seulement.

En effet, supposons un système symétrique rapporté à des axes coordonnés rectangulaires gauches; les mêmes données analytiques serviront à définir le système à l'aide d'axes coordonnés rectangulaires droits. Mais à ces axes droits correspondent $(n - 1)$ autres systèmes d'axes coordonnés droits homologues par répétition et qui permettraient de construire le système à l'aide des mêmes données analytiques; on a donc aussi $(n - 1)$ autres transformations symétriques possibles. En tout n transformations symétriques distinctes sont possibles et n seulement parce que, s'il y avait plus de n systèmes distincts d'axes coordonnés droits permettant de définir le système à l'aide des mêmes données analytiques, il y aurait aussi plus de n répétitions distinctes. *c. q. f. d.*

Il est facile de vérifier ce qui précède sur les types symétriques que nous avons obtenus; il faut seulement avoir soin de ne pas compter plusieurs fois la transformation symétrique donnée par le centre qui se trouve faire partie des transformations symétriques de tout plan de symétrie à pôle d'ordre pair ou de tout plan de symétrie alterne à pôle d'ordre impair. On démontre du reste facilement que deux transformations symétriques définies d'une façon distincte par les éléments de symétrie, ne peuvent être identiques que si elles sont toutes deux équivalentes à une transformation par centre de symétrie.

Considérons, par exemple, le type cubique symétrique

$$\left.\begin{matrix} 6\,L^4, 8\,L^3, 12\,L^2 \\ 3\,P^4, 4\,\pi^3, 6\,P^2 \end{matrix}\right\} C;$$

le centre donne 1 transformation symétrique. Un plan P^4 donne 3 transformations symétriques en ne comptant pas celle déjà donnée par le centre, d'où 9 transformations symétriques pour les 3 plans.

De même π^3 donne 2 transformations symétriques

nouvelles, d'où 8 transformations pour les 4 plans de symétrie alterne. De même P^2 donne 1 transformation nouvelle, d'où 6 transformations pour les 6 plans P^2.

$$1 + 9 + 8 + 6 = 24,$$

et 24 est justement l'ordre du centre de répétition. On a, d'après l'ordre et le nombre des axes :

$$4 \times 6 = 8 \times 3 = 12 \times 2 = 24.$$

Remarque III. — Considérons une droite quelconque passant par le centre de répétition principal, à cette droite droite correspondent en général $(n - 1)$ autres droites homologues par répétition et n homologues par symétrie *en tout 2n droites jouant les rôles analogues dans le système.*

Si les droites homologues par répétition se confondent avec leurs symétriques, elles seront alors dans des plans de symétrie, on n'aura plus que n droites analogues.

Si les droites homologues par répétition sont des axes d'ordre q, on en aura $\frac{n}{q}$ et on aura $\frac{2n}{q}$ droites analogues en y joignant les symétriques. Si les droites homologues par répétition sont des axes d'ordre q et se confondent avec leurs symétriques, on n'aura plus que $\frac{n}{q}$ droites analogues.

A chaque espèce de droites correspond une espèce de plans normaux ; on peut donc facilement compter les faces des polyèdres divers à toutes faces analogues qui peuvent rentrer dans un des types de répétition et de symétrie. *Le plus compliqué de ces polyèdres aura 2n faces dans un type symétrique à centre de répétition d'ordre n.*

IX. — CONCLUSIONS.

Nous avons montré que, pour étudier la symétrie d'un système, il faut non seulement considérer les plans de

symétrie, mais encore les plans de symétrie alterne et les plans de symétrie translatoire alterne qui ont une importance égale.

Un système symétrique limité possède un nombre déterminé de transformations symétriques indifférentes, ce sont toutes ces transformations qu'il est nécessaire d'indiquer pour connaître la symétrie du système. A chaque élément de symétrie (plan de symétrie directe ou alterne) correspond une partie de ces transformations.

Les plans de symétrie translatoire ne peuvent se rencontrer que dans un milieu illimité, on n'a pas encore étudié la symétrie de pareils milieux (on n'a donc pas encore étudié d'une façon complète la symétrie d'une matière cristallisée qui doit être considéréecomme illimitée lorsque l'on veut connaître sa constitution intime.) Bravais a, au contraire, étudié les répétitions et la symétrie d'un polyèdre, mais il ne considérait que les centres et les plans de symétrie, il n'a pas fait entrer en jeu les plans de symétrie alterne. Outre le manque d'harmonie qui devait résulter de cette omission, Bravais a nécessairement oublié un des types de symétrie, celui qui ne possède ni centre, ni plan de symétrie, mais qui possède un plan de symétrie alterne.

C'est le type $\frac{Lq,\ lq}{\pi^q}$ avec q pair.

Nous avons distingué 9 types de répétitions pour les systèmes limités qui se subdivisent en 24 types, si l'on tient compte des diverses symétries.

En se plaçant au point de vue cristallographique, comme il ne peut exister d'axes d'ordre 5 ou d'axes d'ordre supérieur à 6, *la forme extérieure* pourra rentrer seulement dans 15 des types précédents.

Il y a lieu de distinguer les cas où q est égal à 2, 3, 4, ou 6 dans les types à axes principaux doublés ou simples d'ordre q; on arriverait ainsi à 36 modes distincts pour les formes extérieures des cristaux. Mais des considéra-

tions sur la constitution intime des corps cristallisés que nous ne pouvons exposer ici, nous ont montré que dans de pareils corps, il ne peut exister comme plans de symétrie alterne que ceux à pôle d'ordre 2 ou d'ordre 3, 4 des modes précédents se trouvent par cela même impossibles et le nombre de modes possibles pour la forme extérieure des cristaux se trouve finalement réduit à 32, qui forment 11 groupes, si on réunit ensemble les modes ayant même répétition. Parmi ces 32 modes, il n'en est qu'un seul qui possède un plan de symétrie alterne non accompagné d'un centre ou de plans de symétrie, c'est le mode

$\underbrace{L^2, l^2}_{\pi^2}$ (L^2 et l^2 représentent un seul axe et son inverse. π^2 est un plan de symétrie alterne normal à cet axe.)

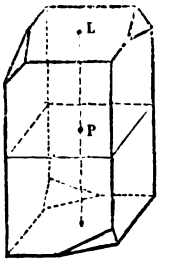


Fig. 7.

Les cristaux qui s'y rapportent pourraient se présenter sous la forme d'un prisme quadratique présentant les 4 facettes tétratoédriques provenant d'une modification entièrement oblique (fig. 7). Ces 4 facettes prolongées donneraient un tétraèdre quadratique qui, s'il était seul, rentrerait dans le mode $\left\{ \begin{matrix} 2L^2, & 2L'^2, & 2L''^2 \\ \pi^2, & & P''', P^{IV} \end{matrix} \right\}$.

Conformément à la théorie, on n'a jamais rencontré des cristaux ayant des plans de symétrie alterne à pôle d'un autre ordre que 2 ou 3 ; et il s'en rencontre au contraire ayant des plans de symétrie alterne d'ordre 2 ou 3 (cube,

rhomboèdre, tétraèdres, etc.). Je ne crois pas que l'on ait jamais recontré le mode $\frac{L^2, l^2}{\pi^2}$ qui peut cependant exister ; il serait intéressant d'en avoir un exemple, puisque les cristaux de ce genre sont les seuls dont la forme soit symétrique, tout en ne possédant ni centre ni plan de symétrie.

NOTE

On a admis, au commencement de ce travail, que l'on pouvait toujours définir un système à l'aide de données analytiques rapportées à trois axes rectangulaires. Il semble impossible de démontrer cette proposition d'une façon générale. Il est donc nécessaire de la vérifier pour chaque cas particulier.

Lorsque l'on a affaire à un système de points géométriques, il n'y a pas de difficulté. Lorsque ces points sont doués de qualités n'entraînant avec elles aucune idée de direction ou de sens, telle qu'une température, une densité, une pression dans le cas d'un fluide, on considère ces qualités comme des fonctions des coordonnés, et lors d'une transformation symétrique, chaque point transformé jouira de la même qualité avec une égale intensité qu'avant sa transformation.

Si un point est doué d'une qualité directoriale, c'est à-dire entraînant avec elle une idée de direction, on a coutume de la représenter par une figure géométrique voisine du point, cette figure étant capable de définir en grandeur et en direction la qualité que l'on considère au moyen de conventions spéciales: mais les points de cette figure ne sont pas confondus avec ceux du système. Pour définir analytiquement les qualités en un point, on se sert d'axes spéciaux rectangulaires parallèles à ceux du système, et ayant leur origine au point considéré. Les données ana-

lytiques spéciales que l'on obtient pour définir la figure représentative de la qualité sont alors des fonctions des coordonnés générales du point dans le système. — Il est souvent fort difficile de trouver une figure qui représente convenablement une qualité.

Une qualité est caractérisée par les effets qu'elle produit ou par les causes qui la produisent. Pour qu'une figure représente légitimement une qualité en un point, lorsqu'il s'agit de déterminer les répétitions et la symétrie d'un système, il est nécessaire qu'elle présente les mêmes éléments de répétition et de symétrie que l'ensemble des effets que produit la qualité ou mieux que l'ensemble des causes qui donnent naissance à la qualité au point considéré.

Un point doué d'une qualité particulière rentre ainsi dans un type bien déterminé de répétition et de symétrie.

Une force, une vitesse, une intensité de champ électrique peuvent être représentés par une ligne d'une certaine grandeur et d'une certaine direction ayant son origine au point, et ces qualités ont un axe d'isotropie par lequel passent une infinité de plans de symétrie.

Au contraire, dans des questions de symétrie, on commettrait des erreurs graves en représentant une intensité de champ magnétique par une droite d'une certaine longueur et d'une certaine direction. En effet, une intensité de champ magnétique en un point peut être produit par un courant électrique circulaire ayant son centre au point considéré.

Prenons le symétrique de ce courant par rapport au plan qui le contient ; rien ne sera changé et le champ magnétique restera de même ; cependant, si l'on représentait ce champ par une flèche dans la transformation symétrique, il aurait changé de sens. Pour représenter convenablement une intensité de champ magnétique en un point, il faut figurer une circonférence normale au champ ayant son centre au point considéré et supposer chaque point de

cette circonférence doué d'une qualité spéciale qui puisse être représentée par une petite flèche tangente à la circonférence.

Un champ magnétique possède un axe d'isotropie avec un plan de symétrie normal et un centre de symétrie.

D'autres qualités seraient encore plus difficiles à représenter d'une façon légitime ; il en est ainsi, par exemple, d'une intensité de pouvoir rotatoire.

Remarque. C'est la connaissance de la symétrie du champ électrique qui a servi de point de départ pour déterminer la symétrie du champ magnétique. On peut remarquer que si les phénomènes électro-magnétiques et les phénomènes d'induction eussent été seuls connus, il eût été tout aussi légitime d'attribuer la symétrie du champ électrique au champ magnétique ; il aurait seulement été nécessaire alors de supposer au champ électrique la symétrie que nous donnons au champ magnétique. Les phénomènes en question donnent seulement des liaisons entre la symétrie des deux qualités. Pour se décider entre les deux hypothèses, il faut considérer d'autres phénomènes, tels que : production de l'électricité par des actions chimiques, phénomènes électriques de la tourmaline et pouvoir rotatoire magnétique.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ MINÉRALOGIQUE DE FRANCE

ANNÉE 1884. — BULLETIN N° 9

Compte rendu de la séance du 11 décembre 1884.

PRÉSIDENCE DE M. FROSSARD.

M. le président annonce quatre présentations.

Sont nommés membres de la Société :

M. le docteur Louis BUREAU, directeur du Musée d'Histoire naturelle, 15, rue Gresset, Nantes, présenté par MM. Michel et Bourgeois;

M. Pierre CURIE, 8, rue Saint-Simon, présenté par MM. Friedel et L. Roux;

M. Henri-A. MIERS, assistant au British Museum (Histoire naturelle), Cromwell Road, South Kensington, Londres, S. W., présenté par MM. Doll et Jannettaz;

S. A. I. le prince Don Pedro de SAXE-COBOURG-GOTHA, palais de São Christovão, Rio de Janeiro, Brésil, présenté par MM. des Cloizeaux et Gorceix.

Sur la proposition du Conseil et après quelques considérations présentées par M. le trésorier, la Société décide à l'unanimité qu'à partir du 1er janvier 1885 la cotisation

annuelle sera portée à 20 francs, et que les cotisations perpétuelles à venir seront élevées à 250 francs.

M. Bertrand présente la note suivante :

Sur la présence de l'uranite dans les pegmatites d'Orvault (Loire-Inférieure),

par M. Baret.

Les tourmalines colorées que j'avais signalées à la Société il y a quelques années (1), ayant reparu dans les carrières d'Orvault, m'ont donné l'occasion de faire de nouvelles visites dans cette localité. C'est en m'occupant de la recherche de ces beaux minéraux, que j'ai constaté au milieu du filon de pegmatite de cette carrière la présence de l'uranite; ce minéral est disséminé dans la roche, en petites lamelles cristallisées de couleur vert-jaunâtre, à surface nacrée, brillante ; elles ont beaucoup de ressemblance avec les lamelles d'uranite des pegmatites de Chanteloube. Le feldspath de cette pegmatite est souvent grenu, il renferme en grande abondance de très petits grenats, rouges, transparents, ainsi que des tourmalines plus ou moins grosses et des grains d'apatite verdâtre.

(1) *Bulletin de la Société Minéralogique de France*, 1878, p. 71.

M. Lacroix présente les notes suivantes :

Sur la présence de la carpholite, de la Buratite et de la Calédonite dans le Beaujolais,

par M. A. Lacroix.

Les minéraux qui font l'objet de cette note n'ont, je crois, jamais été signalés dans le Beaujolais, et deux d'entre eux en France.

Je ne les ai rencontrés qu'en quantité très minime, qui ne m'a permis sur chacun d'eux que quelques essais qualitatifs et même microchimiques.

La carpholite se présente en petites aiguilles divergentes, très serrées, d'un blanc d'argent ou jaunâtre, à éclat soyeux. Elles sont fragiles et s'écrasent facilement. Une aiguille portée sous le microscope polarisant ne donne aucun signe de polarisation. Très faiblement translucide en lame très mince, ce minéral semble avoir subi un commencement d'altération.

Au chalumeau, il fond difficilement en donnant un verre jaunâtre. Dans le tube fermé, il décrépite et donne de l'eau sans acide fluorhydrique.

Quelques milligrammes de la substance ont été pulvérisés et traités à chaud par l'acide sulfurique dans un petit creuset en platine. L'attaque terminée, l'acide a été évaporé et le creuset porté au rouge sombre jusqu'à l'apparition de vapeurs blanches. Le produit de l'attaque a été repris par quelques gouttes d'eau distillée. Il est resté dans le creuset un léger résidu de silice, qui a été volatilisé par l'acide fluorhydrique.

L'alumine a été recherchée par le procédé Behrens (1),

(1) Th.-H. Behrens : *Mikrochemische Methoden zur Mineralanalyse* (Akademie v. Wetenschappen). Amsterdam, 1881.

basé sur l'emploi du chlorure de césium. Une goutte de la solution placée sur un porte-objet a été placée sous le microscope, puis touchée avec un fil de platine enduit de chlorure de césium fondu. Il s'est produit au bout de trois ou quatre minutes de volumineux octaèdres d'alun de césium sans action sur la lumière polarisée.

Le fer a été décelé dans la solution à l'aide du sulfocyanure de potassium, le manganèse par la perle de borax. L'ammoniaque a donné une légère coloration bleue. Ces diverses réactions permettent de rapporter ce minéral à la carpholite. La présence du cuivre s'explique facilement par l'existence de panabase altérée sur le même échantillon.

J'ai rencontré dans le même gisement de petites aiguilles d'un vert-bleuâtre clair, à éclat nacré, que je crois devoir être rapportées à la Buratite. Elles sont solubles dans les acides, avec effervescence donnent les réactions du cuivre, du zinc et de la chaux, et dans le tube fermé dégagent de l'eau. Les deux minéraux précédents sont accompagnés de chalcotrichite en belles aiguilles rouge cochenille, et de petites rosettes de cuivre natif groupées sur du quartz et de la fluorine (le cuivre natif n'a pas été signalé encore dans le Beaujolais); de chrysocolle, pyromorphite, galène, chalcopyrite et panabase, dans un filon de quartz d'arkose des mines Monsols, près Beaujeu.

Non loin de là, à la Nuissière, j'ai recueilli sur les haldes de la mine abandonnée aujourd'hui, de petits cristaux bleus d'azur tapissant une géode avec cérusite et oxyde de plomb. La gangue est constituée par de la cérusite provenant de l'altération de la gangue par les agents secondaires. Cette cérusite, traitée par les acides, laisse un résidu de sulfure et sulfate de plomb.

Les petits cristaux bleus sont très fragiles, à faces arrondies et indéterminables. Je n'ai pu en tailler pour l'étude optique, j'ai dû me contenter d'écraser un de ces cristaux sur une lame de verre et d'examiner ces frag-

ments à la lumière convergente. Ils sont peu biréfringents, et j'ai pu voir sur le bord d'une esquille perpendiculaire à un axe optique, la branche noire de l'hyperbole traverser le champ du microscope en se redressant. Ces petits cristaux, soigneusement débarrassés sous le microscope de la gangue, se dissolvent dans l'acide azotique en laissant un résidu de sulfate de plomb.

La solution donne les réactions du plomb et du cuivre. C'est donc un sulfo-carbonate anhydre de plomb et de cuivre, et, par suite, de la Calédonite.

Sur quelques localités nouvelles de Greenockite,

par M. A. Lacroix.

La Greenockite n'a été rencontrée jusqu'à présent que dans quelques rares localités : à l'état cristallisé, dans les géodes de prehnite des porphyrites labradorites d'Écosse, en enduits dans quelques mines de zinc de Carinthie et d'Amérique.

J'ai rencontré, au mois d'août dernier, un fragment de cristal de ce rare minéral, dans la prehnite des mélaphyres labradoriques de Bowling (Dumbartonshire, Écosse). Cet échantillon présente tous les caractères de la Greenockite classique de Bishopton.

De plus, j'ai recueilli, il y a trois ans, à Pierrefitte (Basses-Pyrénées), et plus récemment à Wanlockhead en Dumfrieshire (Écosse), des échantillons du même minéral. Enfin, MM. Damour et Jannettaz ont bien voulu me donner deux échantillons provenant du Laurium, et dans lesquels ils avaient reconnu la présence du cadmium.

A Pierrefitte et à Wanlockhead, la greenockite se rencontre en enduits soit sur de la blende, soit comme à

Bleiberg, à la surface des schistes (Pierrefitte) ou des quartz (Wanlockhead) qui accompagnent la blende.

Ces enduits, d'un beau jaune citron, donnent sur le charbon l'auréole rouge brun caractéristique du cadmium. Fondus avec du carbonate de soude, puis repris par l'eau, ils noircissent la lame d'argent (sulfure).

Dans ces deux localités, j'ai trouvé aussi des cristaux de smithsonite et de calamine colorés en jaune par le sulfure de cadmium et formant de petites aiguilles cristallisées sur des cristaux de quartz (Wanlockhead).

A Pierrefitte, j'ai recueilli un fragment de blende recouvert par une légère couche blanche de smithsonite soluble avec effervescence, dans les acides ; puis à la surface une deuxième couche jaune-citron, hérissée de pointes cristallines, dans lesquelles M. Bertrand, à qui j'avais envoyé autrefois cet échantillon, avait reconnu la calamine.

Là encore, la couleur jaune est due à la greenockite. Les échantillons de Laurium constituent des masses concrétionnées de smithsonite. La greenockite y est distribuée d'une façon très irrégulière, et sa présence se traduit par des zones plus ou moins colorées en jaune-citron ou jaune-orange. Les parties très riches en sulfure de cadmium peuvent même devenir complètement opaques.

Au microscope polarisant à lumière parallèle, ces concrétions présentent des groupements de plages très biréfringentes de smithsonite, avec des orientations cristallographiques variables. Le pigment cadmifère y est distribué de deux façons différentes : ou bien en petits granules arrondis et en général groupés en masse et sans forme aucune, ou bien en sortes de petits cristallites allongés et ramifiés qui dessinent les zones colorées. Leur allongement a lieu suivant le rayon des sphères qui constituent les concrétions. Bien que ces petits corps n'agissent pas sur la lumière polarisée, ils ont une tendance manifeste à la cristallisation.

En utilisant la solubilité du carbonate de zinc dans la

potasse caustique, et l'insolubilité du sulfure de cadmium dans ce réactif, j'ai pu isoler la greenockite.

Un gramme de la smithsonite a été réduit en poudre fine et passé au tamis fin. L'attaque a été faite dans une capsule en platine à une température d'environ 80°. La substance a été traitée par une dissolution concentrée de potasse caustique, jusqu'à disparition complète du carbonate de zinc, puis le résidu a été séché et pesé. Le résultat obtenu est le suivant :

Greenockite	0,094
Smithsonite (par différence). . .	0,906
Total.	1,000

Cette donnée numérique est, du reste, sans grande importance, la richesse en greenockite variant beaucoup dans un même échantillon, comme on peut le voir facilement dans une coupe épaisse du minéral.

Le résidu laissé par le traitement sur la potasse est jaune ocreux. Au microscope, il est tout à fait amorphe. Il donne les réactions du soufre et du cadmium.

J'ai pensé qu'il était intéressant d'appeler l'attention des minéralogistes sur cet intéressant gisement de la greenockite.

Pendant l'impression de cette note, j'ai vu dans l'ouvrage de Greg et Lettsom (1), que le professeur Heddle avait signalé la présence de la Greenockite à Bowling.

M. Bertrand m'a remis un échantillon de blende concrétionnée de la Vieille-Montagne, recouvert par un léger enduit jaune, analogue à ceux décrits plus haut. La collection du Museum renferme un fragment de quartz concrétionné accompagné de blende et de pyrite, provenant de Saucon-Valley (Pensylvanie), qui présente également

(1) *Manual of the Mineralogy of Great-Britain and Ireland.* London, 1858, p. 434.

un enduit jaune, nous donnant les réactions de la Greenockite. Enfin il existe dans la même collection un échantillon de blende de Santander (Espagne) avec zinconise et petits cristaux arrondis de Smithsonite colorée en jaune pâle par du sulfure de cadmium.

Addition à une note sur une pégmatite à grands cristaux de chlorophyllite des bords du Vizézy, près de Montbrison (Loire).

par M. F. Gonnard

Dans ses *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle du département de la Loire*, Passinges donne sur deux filons de feldspath (*pegmatite*) des environs de Montbrison des détails assez nombreux, sinon quant à la situation des filons, du moins quant à la nature des minéraux qu'il y a observés, pour qu'il ne soit pas très difficile à un minéralogiste de retrouver ces filons ; ce que j'ai fait.

Mais, si dans mes premières excursions, j'ai été assez heureux pour retrouver dans les gorges du Vizézy, cette belle pegmatite avec ses éléments constitutifs, tels que les indiquent Passinges et de Bournon (feldspath blanc jaunâtre, beaux cristaux de quartz enfumé, mica blanc argenté, tourmaline noire) ; si, de plus, j'ai découvert dans cette roche la chlorophyllite en gros cristaux plus ou moins réguliers ou en masses laminaires, par contre, je n'ai pu rencontrer la moindre trace d'andalousite ou d'émeraude.

Toutefois, comme j'avais observé sur le feldspath de petits cristaux blancs d'apatite, espèce que ne mentionne pas Passinges, mais que semble soupçonner de Bournon (*Lettre à M. Delamétherie sur le spath adamantin et l'adulaire*), je me décidai, dans la pensée que je finirais peut-être par retrouver au moins l'une des deux dernières

espèces citées par Passinges, à revenir explorer ces filons.

J'eus la bonne fortune de recueillir plusieurs petits prismes hexagonaux de couleur verte plus ou moins foncée, et, selon l'expression de Passinges, *tronqués aux deux bouts*. Je les pris d'abord pour de l'émeraude. Mais, trouvant, ainsi que de Bournon lui-même l'avait remarqué, que la dureté de ces cristaux était notablement inférieure à celle du béryl, je me décidai à en sacrifier un à un essai chimique. Il ne me fut pas difficile de reconnaître que j'avais affaire à de l'apatite.

Ainsi, ces divers gisements minéralifères des bords du Vizézy, où j'ai retrouvé assez aisément tout ce qu'indique Passinges, savoir : grosses pseudomorphoses de quartz d'après des scalénoèdres de calcite, masses de résinite brun-jaunâtre, filons de pegmatite, etc., ne m'ont offert ni andalousite, ni émeraude, mais bien de la chlorophyllite et de l'apatite, minéraux dont ne parlent ni de Bournon, ni Passinges.

En outre, les deux seuls prismes que la collection d'Allard, à Montbrison, ait renfermés sous la désignation d'andalousite du Forez, prismes décrits et cités par Gruner, appartiennent à l'aragonite.

Je ne prétends pas toutefois, malgré cette erreur assez singulière, que l'andalousite n'ait pu se trouver dans la pegmatite du Vizézy, ce minéral étant souvent associé à la chlorophyllite ; et c'est ainsi, pour prendre un exemple sur le sol français, qu'ils ont été découverts aux environs de Nantes.

Mais, quant à l'émeraude, il me semble que la description de Passinges et les doutes exprimés par de Bournon, joints aux observations que j'ai faites moi-même, ne peuvent laisser place à l'hésitation touchant l'appréciation de l'erreur commise à cet égard. Ces émeraudes, les premières, qui, d'après de Bournon, avaient été *citées comme indigènes à la France*, ne sont qu'une apatite verte, telle que celle dont j'ai parlé dans un autre travail (*Sur la*

Vaugnérite d'Irigny. Comptes rendus, 19 *novembre* 1883) et dont la carrière du Diable, près d'Irigny (Rhône) m'a fourni de nombreux et parfois si parfaits échantillons, que les anciens minéralogistes lyonnais rapportaient à l'émeraude ; telle, encore, que celle citée par Lecoq et Bouillet dans les pegmatites des bords de l'Allier, à quelque distance au-dessous de Coudes, toujours sous le nom d'émeraude.

L'apatite de la pegmatite du Vizézy offre un caractère d'ailleurs fréquent dans ce minéral ; elle est tabulaire, comme les cristaux de Medels ou de Knappenwand. Les prismes n'ont sur les arêtes de la base que de faibles troncatures, qui pourraient passer même pour des effets de corrosion. Le plus grand de ceux que j'ai recueillis n'a guère plus de 8 millimètres de diamètre sur 3 1/2 de hauteur ; il n'est pas homogène comme couleur ; une partie est d'un vert foncé ; le reste presque incolore. Examinée à la loupe et sous une vive lumière, la base, qui paraît très unie à simple vue, montre des figures hexagonales juxtaposées, quelques-unes très régulières, aux contours très déliés et d'une grande netteté. Chacune de ces figures prise isolément, comprend un certain nombre d'hexagones concentriques, indiquant les zones d'accroissement de chacun des cristaux élémentaires qui composent le prisme, et en décèlent ainsi la structure complexe.

Note sur des nodules cristallins contenus dans le grès de Bagnoles,

par M. Des Cloizeaux.

A l'intérieur du grès de Bagnoles (Orne), dont certaines couches sont connues pour leurs belles empreintes de *bilobites*, on rencontre en ce moment des nodules de dimen-

sions et de formes très variées, dont M. Des Cloizeaux met deux échantillons sous les yeux de la Société. Ces nodules se composent, les uns de *pyrite de fer* grenue, d'un jaune très pâle, les autres d'un *sable quartzeux* blanc, légèrement agglutiné.

Au premier aspect, on croit donc avoir affaire à une sorte de pseudomorphose de pyrite remplacée par du quartz. Mais si l'on examine au microscope des fragments, naturels ou passés à l'émeri, des nodules pyriteux, on voit qu'ils sont constitués par un mélange de très petits grains cristallins de pyrite, en apparence cubiques ou octaédriques, et de quartz transparent. Au contact de l'air humide, pénétrant le grès qui paraît le plus compact, la pyrite s'est transformée en *oxyde de fer rouge*, et cet oxyde forme une croûte de 2 à 3 millim. d'épaisseur ou une simple pellicule autour du sable quartzeux dans lequel on ne trouve souvent plus trace de grains de pyrite. Le grès compact lui-même offre une couleur d'un rouge brun disposée en zone suivant les contours des nodules et s'étendant sur un ou deux centimètres de largeur.

M. Jannettaz présente la note suivante :

Note sur l'application des procédés d'Ingenhouz et de Senarmont et sur l'équation des courbes isothermiques,

par M. Ed. Jannettaz.

On sait qu'en recouvrant d'une matière fusible une plaque à faces parallèles taillée dans un cristal, et l'échauffant ensuite au moyen d'une tige métallique qui la traversait perpendiculairement de part en part, de Senarmont a

pu déterminer les conductibilités thermiques propres à chacune des directions menées sur la plaque (1).

Nous avons montré qu'on peut se dispenser de percer les plaques, et nous avons pu, en procédant ainsi, étudier un grand nombre d'espèces minérales et de roches (2). Mais jusqu'ici nous avions borné nos recherches, comme notre illustre devancier, aux différentes directions d'une même substance. Nous n'avions pas encore eu le temps de nous occuper des conductibilités absolues ou relatives des différentes substances.

Les méthodes ne manquent pas pour ces mesures délicates, lorsqu'il s'agit de métaux ou de corps qu'on peut étirer en fils; mais il n'en est pas de même pour le masses minérales simples ou composées de plusieurs éléments qu'on peut obtenir en lames minces beaucoup plus facilement qu'en cylindres étroits, et qui généralement conduisent mal la chaleur. On a peut-être condamné un peu vite la méthode des courbes isothermiques de fusion pour les recherches générales de conductibilité; ces courbes rachètent cependant leur défaut de sensibilité par le nombre infini de vérifications que fournissent leurs rayons vecteurs; nous avons obtenu sur des plaques de tôle des circonférences de 20 centimètre de diamètre, dont

(1) De Senarmont (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série. T. XXI, XXII, XXIII).

(2) Jannettaz (*Ann. de Ch. et de Ph.*, 4e série, T. XXIX, p. 5), — *Comptes rendus Ac. sc.* 1872, T. LXXIV, p. 940, 1,082, 1,501; anneaux colorés produits dans le gypse par la pression et leur connexion avec l'ellipsoïde des conductibilités thermiques et avec les clivages.— T. LXXVII, 27 avril 1874, et t. LXXXI, 20 déc. 1875; sur la propagation de la chaleur dans les roches schisteuses. — 1882. — 17 décembre 1883, sur la reproduction de la schistosité et du longrain. — *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. Ier, p. 117, p. 252. — T. II, p. 264. — T. III, p. 499. — T. IV, p. 1, p. 553. — T. IX. — *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. Ier, p. 19, etc.

les diamètres étaient égaux à moins d'un millimètre près ; on peut donc regarder comme exactes au moins les deux premières décimales. Duhamel et Lamé ont établi ce fait important que l'expression d'un flux de chaleur parallèle à l'un des axes de l'ellipsoïde des conductibilités dans les cristaux est analogue à celle d'un flux qui parcourt un corps solide homogène, non cristallin, dans une direction quelconque. En comparant deux axes de l'ellipsoïde l'un avec l'autre, on obtient donc la relation si simple qui caractérise les barres $\frac{K}{K'} = \frac{x'^2}{x^2}$, K et K' étant les coefficients de conductibilité intérieure qui caractérisent les axes x et x'.

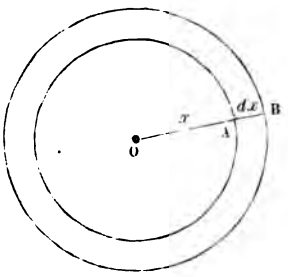


Fig. 1.

Nous nous sommes proposé de chercher la loi qui convient à des plaques de substances différentes. Nous avons suivi, dans ce calcul, la méthode classique enseignée par Fourier pour le cas des barres.

Soit (fig. 1) une plaque enduite d'une matière fusible sur ses deux faces parallèles et traversée au point O par une tige métallique maintenue à une température constante par une source de chaleur.

Considérons la circonférence de rayon x, la distance x étant comptée à partir du centre calorifique O et soit A un

point de cette circonférence. Soit B un point de la circonférence de rayon $x + dx$ concentrique à la première et situé sur le prolongement de la direction OA. Appelons y l'excès de la température du point A, $y + dy$ celui de la température de l'enceinte, au moment de l'équilibre, c'est-à-dire lorsque la chaleur perdue par rayonnement et au contact de l'air est égale à celle qui provient de la source. Si la plaque a une épaisseur e, la quantité de chaleur qui traverse la surface cylindrique de cette hauteur et de rayon x a pour valeur :

$$(1) \quad - K2\pi ex \frac{dy}{dx}.$$

Telle est la quantité de chaleur qui entre dans l'anneau limité par les deux surfaces de rayons x et $x + dx$.

Celle qui traverse la seconde surface de même hauteur que la première, et de rayon $x + dx$, a pour expression :

$$(2) \quad - K2\pi e\,(x + dx) \frac{d(y + dy)}{dy} =$$

$$- K2\pi e \left(x \frac{dy}{dx} + dx \frac{dy}{dx} + x \frac{d^2y}{dx^2} dx + dx \frac{d^2y}{dx^2} dx \right)$$

Négligeons le dernier terme et retranchons (2) de (1), nous obtiendrons la quantité de chaleur qui reste dans l'anneau, c'est-à-dire :

$$(3) \; K2\pi e \left(\frac{dy}{dx} dx + x \frac{d^2y}{dx^2} dx \right).$$

Cette quantité est égale à celle perdue par les deux bases de l'anneau cylindrique revêtues de la matière fusible. Appelons q le coefficient de convection de ces bases, nous obtenons pour la quantité totale de chaleur perdue :

$$(4) \quad 2.2\pi xqydx.$$

Égalant (3) et (4) et posant $\frac{2q}{Ke} = -h$, nous pouvons écrire :

$$(5)\quad \frac{d^2y}{dx^2} + \frac{1}{x}\frac{dy}{dx} + hy = 0.$$

Cette équation différentielle, linéaire du deuxième ordre, a pour intégrale générale :

$$(6)\ y = A\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos(x\sqrt{h\cos\alpha})\,d\alpha$$

$$+ B\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos(x\sqrt{h\cos\alpha})\, l\,(x\sin^2\alpha)\,d\alpha,$$

α étant une quantité auxiliaire.

Déterminons les constantes :

Pour $x = 0$, on a $l\,(x\sin^2\alpha) = \infty$ et $\cos(x\sqrt{h\cos\alpha}) = 1$.

Donc, $B = 0$, et si l'on appelle y_0 la valeur de y correspondant à x_0, il vient :

$$y_0 = A\int_0^{\frac{\pi}{2}} d\alpha = A\,(\alpha)_0^{\frac{\pi}{2}} = A\,\frac{\pi}{2}, \text{ ou bien}$$

$$A = y_0\frac{2}{\pi}.$$

L'intégrale générale est donc :

$$y = \frac{2}{\pi}y_0\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos(x\sqrt{h\cos\alpha})\,d\alpha.$$

Posons $z = x\sqrt{h\cos\alpha}$ dans la formule connue :

$$\cos z = 1 - \frac{z^2}{1.2} + \frac{z^4}{1.2.3.4} - \frac{z^6}{1.2.3.4.5.6} + \ldots\ldots,$$

L'intégrale ci-dessus pourra s'écrire :

$$(7)\quad y = \frac{2}{\pi} y_0 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left(1 - \frac{hx^2 \cos^2 \alpha}{1.2} + \frac{h^2 x^4 \cos^4 \alpha}{1.2.3.4} - \frac{h^3 x^6 \cos^6 \alpha}{1.2.3.4.5.6} + \ldots\ldots\right) d\alpha.$$

Or, d'après la formule également connue :

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2n} x dx = \left\{ \frac{\sin x}{2n}\left(\cos^{2n-1} x + \frac{2n-1}{2n-3}\cos^{2n-3} x + \ldots\right) + \frac{(2n-1)(2n-3)\ldots 3.1}{2n(2n-2)(2n-4)\ldots 4.2}\left(\frac{\pi}{2} + x\right)\right\}_0^{\frac{\pi}{2}}$$

où le second membre s'annule aux limites 0 et $\frac{\pi}{2}$, l'exception de son dernier terme qui donne :

$$\frac{(2n-1)(2n-3)\ldots 3.1}{2n(2n-2)(2n-4)\ldots 4.2}\,\frac{\pi}{2}$$

l'équation (7) devient

$$y = \frac{2}{\pi} y_0 \left(\frac{\pi}{2} - \frac{hx^2}{1.2}\frac{\pi}{2} + \frac{h^2 x^4}{1.2.3.4}\,\frac{3}{2.4}\,\frac{\pi}{2} - \frac{h^3 x^6}{1.2.3.4.5.6}\,\frac{5.3}{2.4.6}\,\frac{\pi}{2} + \ldots\right)$$

et après simplification :

$$(8)\quad y = y_0\left(1 - \frac{hx^2}{2^2} + \frac{h^2x^4}{2^2.4^2} - \frac{h^3x^6}{2^2.4^2.6^2} + \frac{h^4x^8}{2^2.4^2.6^2.8^2} - \ldots\right)$$

Prenons (fig. 2) deux plaques recouvertes de la même matière fusible, portées en un point quelconque, O pour l'une, O′ pour l'autre, à une même température supérieure de y_0

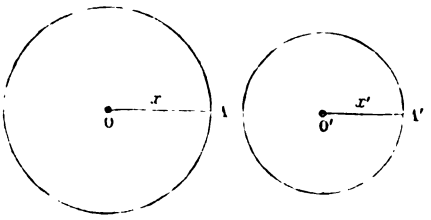


Fig. 2.

à celle de l'enceinte ; les limites de la région où fond l'enduit forment sur des plaques isotropes des circonférences de cercle de rayons x et x'; les points de ces circonférences isothermiques sont à une même température y_1. Elles sont caractérisées, l'une par h, l'autre par h'. On a donc :

$$y_1 = y_0\left(1 - \frac{hx^2}{2^2} + \frac{h^2x^4}{2^2.4^2} - \frac{h^3x^6}{2^2.4^2.6^2} + \ldots\right)$$

$$= y_0\left(1 - \frac{h'x'^2}{2^2} + \frac{h'^2x'^4}{2^2.4^2} - \frac{h'^3x'^6}{2^2.4^2\,6^2} + \ldots\right)$$

$$(9)\quad \frac{hx^2}{2^2} - \frac{h^2x^4}{2^2.4^2} + \frac{h^3x^6}{2^2.4^2.6^2} - \ldots = \frac{h'x'^2}{2^2} - \frac{h'^2x'^4}{2^2.4^2} + \frac{h'^3x'^6}{2^2.4^2.6^2} - \ldots$$

Cette équation est évidemment vérifiée par la loi :

$$(10)\quad hx^2 = h'x'^2\,.$$

Mais n'y a-t-il pas d'autres solutions?

En désignant $\frac{hx^2}{2^2}$ par θ, on donne à l'équation (9) la forme

$$(11)\ \int(\theta) = 1 - \theta + \frac{\theta^2}{2^2} - \frac{\theta^3}{2^2.3^2} + \frac{\theta^4}{2^2.3^2.4^2} - \ldots$$
$$= \int(\theta') = 1 - \theta' + \frac{\theta'}{2^2} - \frac{\theta'^3}{2^2.3^2} + \ldots$$

Or, l'équation $\int(\theta) = 0$ a une infinité de racines, toutes réelles et positives.

Si donc, on combine les racines de $\int(\theta)=0$ et de $\int(\theta')=0$, on peut obtenir toutes sortes de solutions pour l'équation (9).

Si l'on pose à la fois $x = 0$, $x' = 0$ dans l'équation (9), et, par suite, $\theta = 0$, $\theta' = 0$ dans l'équation (11), la solution $\theta' = \theta$, ou $hx^2 = h'x'^2$ est bien définie.

On peut, d'ailleurs, dans l'équation (9), mettre $\frac{hx^2}{2^2}$ et $\frac{h'x'^2}{2^2}$ en facteur commun et poser les rapports égaux :

$$\frac{h'x'^2}{hx^2} = \frac{1 - \frac{h'x'^2}{4^2} + \frac{h'^2x'^4}{4^2.6^2}}{1 - \frac{hx^2}{4^2} + \frac{h^2x^4}{4^2.6^2}}$$

On voit que si x et x' tendent simultanément vers zéro, le rapport $\frac{h'x'^2}{hx^2}$ tend vers l'unité.

Écrivons donc $hx^2 = h'x'^2$.

Donnons aux deux plaques le même revêtement fusible et la même épaisseur; remplaçons h et h' par leurs valeurs, on a :

$$\frac{2q}{Ke}x^2 = \frac{2q}{K'e}x'^2 \text{ et après simplification } \frac{K}{K'} = \frac{x^2}{x'^2}.$$

Cette loi simple convient donc à deux plaques de matières différentes, tout aussi bien qu'aux directions axiales des courbes obtenues dans les cristaux.

Nous décrirons prochainement en détail nos appareils fondés sur ce résultat; ils diffèrent peu de ceux que nous avons employés jusqu'ici, puisque la loi du phénomène reste la même; mais les mesures exigent encore plus de précautions, car il importe ici, avant tout, que les températures de la source calorifique et celles des deux plaques restent identiques pendant les expériences successives ou simultanées. Nous avons recours en général, à une tige où circule de la vapeur d'eau comme source échauffante.

Il n'est pas indispensable de percer les plaques. Nous avons eu occasion d'observer qu'il suffit de prendre des plaques très minces; l'observation nous ayant montré que, dans ce cas, les courbes obtenues sur les deux faces, sont les mêmes lorsqu'on a revêtu ces deux faces de la même matière fusible. M. Lebasteur, ingénieur des essais à la compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, ayant eu l'heureuse idée d'appliquer notre procédé à la recherche de l'épaisseur des parois des chaudières, a fait faire de nombreuses expériences (1). Dans une série d'essais, nous avons prié d'enduire de suif les deux faces des plaques de tôle de 3 et de 6 millimètres d'épaisseur. Au moyen du thermocautère Paquelin on a obtenu des cercles parfaits qui avaient 16 centimètres de diamètre sur la plaque la plus mince, et qui étaient identiques sur ses deux faces.

Lorsque nous opérons sur des plaques minces non percées, nous appliquons à leur surface l'extrémité infé-

(1) Lebasteur, *Comptes rendus, Académie des sciences*, 1884, séance du 8 décembre.

rieure d'un tube où circule un courant de vapeur d'eau, ou nous accolons deux plaques et nous appliquons en un point de leur ligne de contact la petite sphère de platine de l'appareil que nous avons décrit (*Bull. Soc. minéralogique*, t. I, p. 19.)

Sur la variation, avec la pression, de la température à laquelle se produit la transformation de l'iodure d'argent,

par MM. Er. Mallard et H. Le Chatelier.

L'iodure d'argent passe, à 146°, comme nous l'avons constaté (1), de la symétrie hexagonale, qu'il possède à la température ordinaire, à la symétrie cubique. Cette transformation, qui est réversible, est accompagnée d'une absorption de chaleur que nous avons évaluée à $6^{cal}.8$ pour l'unité de poids. Elle s'accompagne, en outre, comme l'a observé M. Rodwell (2), d'une contraction qui, d'après ce savant, serait de 0,0157 par unité de volume.

Le phénomène est donc analogue au changement d'état de la glace à 0°, qui s'accompagne aussi d'une contraction de volume. On en conclut qu'un accroissement de pression doit abaisser la température de la transformation de l'iodure comme il abaisse le point de fusion de la glace, et que même, sous une pression suffisante, cette transformation doit pouvoir se produire à la température ordinaire.

Nous avons vérifié l'exactitude de cette conclusion en profitant d'un appareil enregistreur employé par l'un de

(1) *Comptes rendus*, XCVII, 102, 1883, et *Bull. Soc. Min.*, 1883, p. 181.

(2) *Proced. Roy. Soc.*, 25, 284 (1876-77).

nous pour étudier la résistance à l'écrasement des ciments. Dans cet appareil, une presse à vis permet d'exercer une

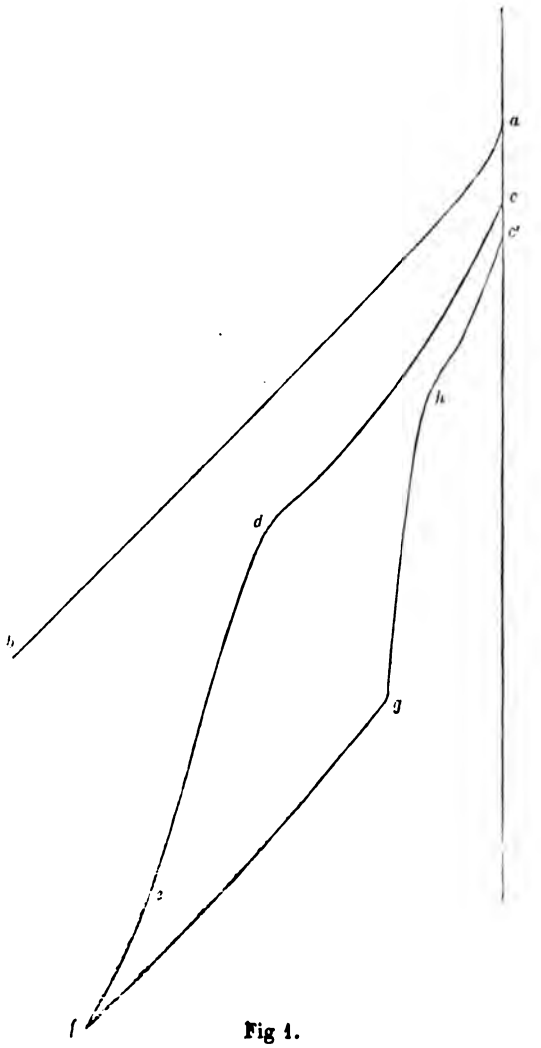


Fig 1.

pres sion considérable sur un corps contenu dans un petit cylindre en acier de faible diamètre (3mm). Ce cylindre est posé sur un large plateau d'un mamomètre Thomassin, qui transmet la pression très réduite à une masse liquide emprisonnée. L'eau communique avec un manomètre Bourdon à tube elliptique recourbé en hélice, du genre de celui que nous avons utilisé dans nos recherches sur les températures de combustion. La pression exercée sur l'eau est enregistrée, par un style fixé au manomètre, sur une feuille de papier porté par un cadre mobile dans une glissière verticale. La glissière est mue par un cordon enroulé sur la circonférence de la vis comprimante, de sorte que la course du papier est proportionnelle, dans un rapport considérablement accru, à l'abaissement du piston.

Si l'on tourne la vis, sans mettre dans le petit cylindre aucun corps étranger, le piston vient presser sur la platine et on exerce une pression graduellement croissante, en même temps que la vis s'abaisse en vertu de la compressibilité des pièces de l'appareil. Le style du manomètre trace alors sur le papier une ligne *ab* (fig. 1) (1) sensiblement droite, inclinée sur la verticale, dont les ordonnées de l'horizontale comptées à partir du point de départ sont proportionnelles à l'abaissement de la vis, et les ordonnées comptées à partir de la verticale de l'origine sont sensiblement proportionnelles à la pression. En comparant avec un manomètre à mercure, on peut savoir à quelle pression correspond une abscisse de longueur donnée.

Si l'on introduit dans le cylindre une certaine quantité d'iodure d'argent, et si l'on comprime, le style trace d'abord une ligne *cd* (fig. 1) d'une inclinaison régulière et sensiblement parallèle à *ab*, si l'on élimine la période initiale viciée par le tassement des pièces. Lorsque la pression

(1) La figure montre, fidèlement représentée, la courbe tracée par le style dans une expérience faite sur un petit cylindre d'iodure qui avait environ 4mm de hauteur.

est assez élevée, la transformation de l'iodure se produit, le cylindre d'iodure se contracte, et la vis peut s'abaisser sans que la pression augmente, ou plutôt, pour un abaissement donné de la vis, l'augmentation de pression est beaucoup plus faible qu'elle n'était auparavant; la courbe *de* tracée par le style se rapproche donc de la verticale. Au bout d'un certain temps, la transformation est complète et le style se rapproche, en *ef*, de sa marche normale. Le phénomène, d'ailleurs, est troublé pendant cette période de compression, par le frottement considérable exercé sur les parois du cylindre d'acier et qui s'oppose à la libre transmission de la pression, ainsi que par un léger filtrage de l'iodure à travers toutes les jointures des pièces.

Lorsqu'on décomprime en faisant tourner lentement la vis en sens inverse, le phénomène inverse se produit, mais avec beaucoup plus de netteté, parce que l'iodure, pour se dilater, peut aisément détacher le fond mobile du cylindre dans lequel il est enfermé (1). Le style décrit alors la ligne *fghc'*, dans laquelle *gh* correspond à la période de transformation. Le style vient rencontrer la verticale du point de départ en un point *c'* peu différent de *c*. La très petite différence provient sans doute d'une diminution de hauteur du cylindre produit par l'incrustation de l'iodure dans les joints du cylindre pendant la période de compression.

On constate, pendant cettte période de décompression, que le changement d'état de l'iodure d'argent se produit, à la température de 20°, sous une pression de 2500^{kg} par centimètre carré environ.

L'iodure d'argent, à la température de 20° possède donc la symétrie cubique sous la pression de 2500^{kg} par centi-

(1) La courbe tracée par le style peut facilement être projetée pendant l'expérience même. On pourrait s'en servir dans les cours publics, pour démontrer la relation qui lie à la pression les changements d'état des corps.

mètre carré et sous toutes les pressions supérieures, tandis qu'à la même température, et sous toutes les pressions inférieures, il a la symétrie hexagonale.

On peut aisément apprécier, avec quelque exactitude, la variation de volume qui accompagne la transformation sous cette pression et à cette température. Il suffit de mesurer sur le diagramme la distance verticale comprise entre les deux points de la courbe du style qui correspondent au commencement et à la fin du phénomène. Cette longueur est dans un rapport déterminé avec la variation de la hauteur du cylindre d'iodure. On mesure ensuite cette hauteur, augmentée dans le même rapport, et enregistrée par le même appareil sur un diagramme spécial, en posant le cylindre sur la platine de l'appareil et mettant successivement la partie inférieure de la tige de la vis en contact avec la base supérieure du cylindre et avec la platine.

Nous avons trouvé ainsi que la contraction de l'unité de volume est égale à 0,16, à $\frac{1}{40}$ près de la valeur.

Cette contraction est près de dix fois plus considérable que celle qui accompagnerait, d'après M. Rodwell, la transformation de l'iodure à 146° et sous la pression atmosphérique.

Il est vrai que si l'on appelle δ la contraction du volume de 20° à 146°, Δ_{146} la contraction qui accompagne la transformation à 146°, δ' la contraction que subirait l'iodure cubique si on le ramenait de la température de 146°, sous la pression de 2,500^{kg}, à la température de 20° sous la même pression, enfin Δ_{20} la contraction qui accompagne la transformation à 20° sous cette pression, on doit avoir :

$$\Delta_{20} = \Delta_{146} + \delta + \delta'.$$

On ne connaît exactement ni δ ni δ', mais on peut avoir une idée de leur grandeur. D'après les expériences de M. Fizeau, on doit avoir $\delta = 0,0007$ environ. Quant à δ',

qui est la dilatation de l'iodure cubique, elle doit être du même ordre de grandeur que la dilatation du bromure d'argent. Entre 0° et 100° la dilatation linéaire du bromure d'argent est égale à 0,0035 et celle du chlorure égale à 0,0033. Cela donnerait pour δ' une valeur égale à 0,015, et l'on aurait $\delta + \delta' = 0{,}016$ environ.

On ne peut donc pas expliquer ainsi l'écart considérable qui existe entre notre résultat et celui de M. Rodwell.

Nous avons d'ailleurs cherché, non pas à mesurer avec précision, mais à apprécier la grandeur de la contraction Δ_{146}, en suivant les variations, avec la température, de la colonne d'un thermomètre dans la boule duquel était introduit un cylindre d'iodure. Nous avons mesuré ainsi une contraction $\Delta_{146} = 0{,}11$ environ. Ce nombre, qui n'est certainement pas rigoureusement exact, mais qui doit s'approcher de la vérité, est du même ordre de grandeur que celui que nous avons trouvé pour Δ_{20}.

M. J. Thomson a établi, pour les changements d'état, la formule bien connue

$$\frac{L}{T} = \frac{I}{E}(v' - v)\frac{dp}{dT}$$

dans laquelle L est la chaleur latente du changement d'état, T la température de ce changement, E l'équivalent mécanique de la chaleur, P la pression en kilogr. par m^2 v' et v les volumes en m^3 occupés par 1^{kg} du corps après et avant la transformation.

Malheureusement elle ne se rapporte qu'à des variations très petites de la pression et de la température, ce qui n'est pas le cas de nos expériences. Si cependant on essaie d'appliquer la formule en se servant des nombres que nous avons déterminés pour $v' - v$ et L, on trouve qu'à la température de 2° et sous la pression de $2{,}500^{kg}$, on devrait avoir :

$$v' - v = 0{,}000\,047.$$

Nous avons trouvé $v' - v = \frac{0,16 \times 0,001}{5,77} = 0,000\,028$.

Les nombres ne sont pas d'accord, comme on devait s'y attendre, mais il sont au moins du même ordre de grandeur.

BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, von P. GROTH, t. VIII. *5e livraison :* Ueber die Ausdehnung der Krystalle durch die Wärme, von L. FLETCHER. — Ueber das pyroelektrische Verhalten des Boracits, von K. MACK.

6e livraison : Ueber die Krystallform des Miargyrits, von W. J. LEWIS. — Krystallographische und optische Untersuchungen am Amphibol des Aranyer Berges, von A. FRANZENAU. — Ueber Brookit, Wulfenit und Skolezit, von ZEPHAROVICH. — Beiträge zur Kenntniss des Epistilbits, von C. HINTZE. — Zur Isomorphie des Jordanits und Meneghinits, von A. SCHMIDT.

T. IX. *1re livraison :* Die Pyroelektricität des Quarzes in Bezug auf sein krystallographisches System, von KOLENKO. — Ueber den Antimonglanz von Japan, von EDW. S. DANA. — Beiträge zur Kenntniss der optischen Aenderungen in Krystallen unter dem Einflusse des Erwärmens, von W. KLEIN.

2e livraison : Beiträge zur krystallographischen Kenntniss des Andalusites und des Topases, von LEO GRÜNHUT. — Mineralogische Bemerkungen, von H. LASPEYRES. — Krystallographische Untersuchungen am Valentinit. Labrador von Konken in der Pfalz.

3e livraison : Ueber Krystalle von Beryllium und Vanadium von W. C. BRÖGGER und G. FLINK. — Stephanit, von Kongsberg (Norwegen), von CARL MORTON. — Untersuchung einiger Mineralien aus Kangerdluarsuk in

Grönland, von JOH. LORENZEN. — Lievrit, Rinkit, Polylithionit, Astrophyllit. Ueber den Szaboit, von J.-A. KRENNER. — Vergleichend morphologische Studien über die axiale Lagerung der Atome in Krystallen, von A. SCHRAUF.

4e livraison : Zur Synthese des Nephelins, von C. DŒLTER. — Ueber künstliche physikalische Veränderungen der Feldspäthe von Pantelleria, von H. FOERSTNER. — Neue Krystallformen tirolischer Mineralien, von A. CATHREIN : 1° Fahlerz von Kogel bei Brixlegg ; 2° Idokras von Canzocoli ; 3° Hornblende von Roda ; 4° Magnetit von Scalotta.—Ueber den Orthoklas von Valfloriana in Fleims, von A. CATHREIN. — Ueber Umwandlungspseudomorphosen von Skapolith nach Granat, von A. CATHREIN.

5e et 6e livraisons : Ueber die Trimorphie und die Ausdehnungscoefficienten von Titandioxyd, von A. SCHRAUF. — Ueber die Polarisationsverhältnisse von senkrecht gegen eine optische Axe geschnittenen zweiaxigen Krystallplatten, von E. KALKOWSKY.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Tome II, *3e livraison, 1883 :* Petrographische Untersuchungen an Gesteinen von den Azoren von O. MÜGGE.

Tome Ier, *1re livraison 1884 :* Ueber Jeremejewit und Eschwaldit vom Berge Soktuj in Daurien, von M. WEBSKY. — Ueber die Einwirkung geschmolzener Magmen auf verschiedene Mineralien von C. DOELTER. — Ueber einige basaltische Gesteine der Faröer von A. OSANN. — Beiträge zur Kenntniss der Cohäsionsverhältnisse einiger Mineralien. — Ueber Schlagfiguren und künstliche Zwillingsbildung am Leadhillit und die Dimorphie dieser Substanz von O. MÜGGE.

2e livraison : Neue Beiträge zur Kenntniss des Eklogits von mikroskopisch mineralogischen und archäologischen Standpunkte, von P. LOHMANN. — Die Dislocationen im Christianiathal, von TH. KJERULF. — Synthetische Studien, von C. DOELTER und E. HUSSAK.

3e livraison : Ueber Hyalophan aus dem Binnenthale, von F. Rinne. — Bemerkungen über die Zwillingsbildung einiger Mineralien von O. Mügge. — Mineralogische Mittheilungen, von C. Klein.

Tome II, *1re livraison, 1884 :* Ueber den Thenardit, von O. Mügge. — Analyse des Foyaits von der Serra de Monchique (Cerro da Podosa) in Portugal, von Jannasch. — Ueber den Lias der sog. Contactzone in den Alpen der Urschweiz von U. Stutz. — Ueber Kelyphit, von A. Schrauf.

3e livraison : Die basaltische Hornblende von Jan Mayen nebst Bemerkungen uber die Constitution der thonerdehaltenden Amphibole, von Rudolf Scharizer. — Ueber den Boronatrocalcit und die natürlichen Borate überhaupt, von Rammelsberg. — Beiträge zur Kenntniss des Krystallsystems des Zinkoxyds, von F. Rinne. — Untersuchungen über die chemische zusammensetzung einiger Augite aus Phonolithen und verwandten Gesteinen von Paul Mann. — Ueber die Bestimmung des aus Mineralien durch Trockenmittel abscheidbaren Wassers, speciell bei Heulandit und Epistilbit, von PaulJannasch.

The American Journal of science. Mars 1883, vol. XXV, n° 147. — *Avril* 1883, vol. XXV, n° 148. — *Mai* 1883, vol. XXV, n° 149. Notes on the occurence of certain Minerals in Amelia County, Virginia, by W.-F. Fontaine. — Feldspar, Beryl, Fluorite, Columbite, Garnet, Orthite, Microlite, Monazite, Helvite, Galena, Stibnite, Pyrochlore. — *Juin* 1883, vol. XXV, n° 150. On mineral veinformation now in progress at Steamboat Springs compared with the same at Sulphur Bank, by J. Le Conte. — On Scovillite, a new phosphate of didymium, yttrium and other rare earths, from Salisbury, Conn; by G. J. Brush and S. L. Penfield. — *Juillet* 1883, vol. XXVI, n° 151. On the paramorphic origin of the hornblende of the Crystalline rocks of the Northwestern states, by R. D. Irving.

— The Bishopville and Waterville meteorites, by E. WADSWOTH.

Août 1883, vol. XXVI, n° 152. On concave gratings for optical purposes, by H. A. ROWLAND. — *Septembre* 1883, vol. XXVI, n° 153. On the Stibnite from Japan, by. E. S. DANA. — *Octobre* 1883, vol XXVI, n° 154. Communications from the W. S. Geological Survey, Rocky Mountain division IV. On minerals of the Cryolite group recently found in Colorado, by WHITMAN CROSS and W.-F. HILLEBRAND. — *Novembre* 1883, vol. XXVI, n° 155. On meteoric Iron near Dalton, Whitfield County, Georgia; by CH. UPHAN SHEPARD. On a variety of Descloizite from Mexico, by SAMUEL L. PENFIELD. — *Décembre* 1883, vol. XXVI, n° 156. On a new form of selenium cell, and some electrical discoveries made by its use, by CH. E. FRITTS. — *Janvier* 1884, vol. XXVII, n° 157. The effect of a warmer climate upon glaciers, by C. E. DUTTON. — *Février* 1884, vol. 158. Note on the decay of Rocks in Brazil, by ORVILLE A. DERBY. — *Mars* 1884, vol. XXVI, n° 159. Experimental determination of wave-lengths in the invisible prismatic spectrum, by S. P. LANGLEY. — *Avril* 1884, vol. XXVII, n° 160. On Andalusite from Gorham, Maine; by G. F. KUNZ. — *Mai* 1884, vol. XXVII, n° 161. Communications from the U. S. Geological Survey, Rocky Mountain division. VI. On an interesting variety of Löllingite and other minerals, by W.-F. HILLEBRAND.

Juin 1884, vol. XXVII, n° 162. Note on the volcanic rocks of the Great Basin, by ARNOLD HAGUE and JOSEPH P. IDDINGS. Mineralogical notes; by EDWARD S. DANA. Allanite, Apatite, Tysonite. — *Juillet* 1884, vol. XXVIII, n° 163. Mineralogical notes from the Laboratory of the U. S. Geological Survey; by F. W. CLARKE and T. M. CHATARD. Jade and Pectolite, Saussurite, Allanite, Damourite, Margarite, Cimolite, Halloysite, Prochlorite, Halotrichite, Alunogen. — On the occurence of Alkalies in Beryl, by SAMUEL L. PENFIELD. — *Août* 1884, vol. XXVIII, n° 164. Notes on

the rocks and ore-deposits in the vicinity of Notre-Dame Bay, Newfoundland; by M. E. WADSWORTH, the basalt rocks (Melaphyr), Diabase, Diorite, Porodite, Andesite, Porphyrite, Argillite, Jasper. — The Origin of Bitumens, by S. F. PECKHAM. — *Septembre* 1884, vol. XXVIII, n° 165. On the flexibility of Itacolumite, by ORVILLE A. DERBY. — *Octobre* 1884, vol. XXVIII, n° 166. Fulgurite from Mount Thielsen, Oregon, by J. S. DILLER. — On the paramorphosis of pyroxene to hornblende in rocks, by G. H. WILLIAMS. — *Novembre* 1884, vol. XXVIII, n° 167. Note on the Cortland and Stony Point hornblendic and augitic rocks, by JAMES D. DANA. — *Décembre* 1884, vol. XXVIII, n° 168. Peculiar modes of occurence of gold in Brazil, by ORVILLE A. DERBY. On Colemanite, a new borate of lime, by A. WENDELL JACKSON. — On the decay of quartzite, and the formation of sand, kaolin and crystallyzed quartz, by JAMES D. DANA.

The Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society of Great Britain and Ireland, avril 1883, vol. V, n° 24 Analyses of a variety of Saponite, by J.-J. DOBBIÉ. — The geognosy and mineralogy of Scotland, by HEDDLE. — *Février 1884*, vol. V, n° 26. On the crystalline form of Meneghinite, by H. A. MIERS. — *Juin 1884*, vol. VI, n° 27. On the existence of Nickel-Iron with Widmannstätten's Figures in the Basalt of North Greenland, by K. J. V. STEENSTRUP. — A chemical examination of Greenland telluric iron, by JOH. LORENZEN. — Note on a new mode of occurence of Garnet, by H. LOUIS. Note on a case of replacement of quartz by fluor spar, by I. G. BONNEY. — Notes on Enargite from Montana, by WM. SEMMONS.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, 2e série, vol. XVIII, n° 88.

Bulletin de la Société chimique de Paris, tome XXXIX, 1883, nos 1 à 11. — Tome XI, 1883, nos 1 à 12. — Tome XLI, 1884, nos 1 à 12. — Tome XLII, nos 1 à 11.

R. Comitato Geologico d'Italia, 1883. Bolletino nos 1 et 2, 3 et 4, 5 et 6, 7 et 8, 9 et 10, 11 et 12. — 1884, nos 1 et 2, 3 et 4. Considerazioni sulla età e sulla origine dei graniti Toscani. — 5 et 6. L'isola d'Ischia e il terremuoto del 28 luglio 1883. MERCALLI. — 7 et 8. Sopra alcune rocce della serie cristallina di Calabria; studio micrografico, di L. BUCCA. — 9 et 10.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Tomes I et II — 1884. Janvier à Avril.

Atti della Società Toscana di scienze naturali. Vol. III, 4, 5, 6.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, nos 2 et 3, 1882.

Mineralogical Society of Great Britain and Ireland vol. V, nos 24, avril 1883. — *Proceedings of the Academy, of natural sciences of Philadelphia.* Part. I. January to May 1883.

Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles, n° 89. 1883.

OUVRAGES REÇUS EN DONS

Notices bibliographiques, par H. FORIR. Liège, 1882.

Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, n° 2, 1883.

Della lava Vesuviana dell'anno 1631. A. SCACCHI.

Krystallographische Untersuchung einiger organischen Verbindungen von FRITZ RINNE. Goettingen, 1883.

Analyses de calcaires hydrauliques du Jura neuchâtelois et vaudois, par de TRIBOLET.

Recherches sur la composition et la structure des phyllades Ardennais, par A. RENARD.

Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice, avec Atlas, par CH. BARROIS.

Reproduction par voie ignée d'un certain nombre d'espèces minérales appartenant aux familles des silicates, des titanates et des carbonates. (Thèse de M. LÉON BOURGEOIS.)

La Mine d'étain de la Villeder, par M. le COMTE DE LIMUR.

Traité de minéralogie de M. DE LAPPARENT.

Sulla eruzione dell'Etna scoppiata il di 22 marzo 1883, di Dr SILVESTRI.

Der Albit vom Kasbek, von C. BAERWALD. — Ueber Mikrostructur, optisches Verhalten und Umwandlung des Rutils in Titaneisen.

Ueber Cordieritzwillinge in einen Auswürfling des Laacher Sees, von LASAULX.

Sopra una particolare specie di quarzite semivetrosa a struttura pomiceo-granulare contenuta nell'interno di alcune bombe projettate dall'Etna nella recente eruzione eccentrica del 22 marzo 1883. Nota del. Prof. O. SILVESTRI.

American journal of mathematics, vol. V, 1883.

I metalli, loro minerali e miniere, di A. D'ACHIARDI.

Liste des minéraux et des roches trouvés dans les environs de Bagnères-de-Bigorre, par CH. FROSSARD.

Neue Beobachtungen am Nephrit und Jadeit, von A. ARZRUNI.

Einige Mineralien aus einer uralischen Chromitlagerstätte; Schwefel von Zielenzig — Groddeckit, ein neuer Zeolith von Andreasberg am Harz, von ARZRUNI.

Optische beobachtungen am Cyanit, von OTTO KORN. —

Nuovi studi sulla poligenesi dei minerali e specialmente sull'isomorfismo, 1883. L. BOMBICCI.

American gems and precious stones, by G. F. KUNZ.

Traité de Cristallographie, tome II, 1884, par E. MALLARD.

Materialen zur Mineralogie Russlands, tome IX, von KOKSCHAROW.

Die Skapolitreihe, von G. TSCHERMAK.

Beitrag zur Classification der Meteoriten, von G. TSCHERMAK.

De la présence du diamant dans la pegmatite de l'Indoustan, par CHAPER.

A summary of progress in mineralogy, in 1883, by Prof. H. CARVILL LEWIS.

Ueber die Ursache der anomalen Doppelbrechung einiger regulär Krystallisirender Salze, von BRAUNS.

Archives des sciences physiques et naturelles, tome X et XI, par CH. SORET.

Reproduction artificielle des minéraux. par L. BOURGEOIS.

Note sur les causes premières de la destruction des hautes arêtes rocheuses des Alpes entre 3,000 et 4,000^{m} d'altitude, par A. BRUN.

Beiträge zur Kenntniss des Boracits, von C. KLEIN.

Optische Untersuchung der Substance (Kalkspath), in welche erhitzte Aragonitkrystalle zerfallen, von C. KLEIN.

Topaz and associated minerals from Stoneham, Maine, von G. F. KUNZ.

On the tourmaline and associated minerals of Auburn, Maine.— Andalousite from Gozham, Maine, by G. K. KUNZ.

Ueber den Sagvandit, von H. ROSENBUCH.

Remarques sur la théorie de la polarisation rotatoire naturelle, par M. SORET.

Ueber einige Mineralien aus Bolivia, von A. ARZRUNI.

Atti della Società italiana di scienze naturali, fas. 1 à 4, vol. XXVI.

Traité pratique d'analyses chimiques et d'essais industriels. par R. JAGNAUX.

Les caractères microscopiques des cendres volcaniques et des poussières cosmiques et leur rôle dans les sédiments de mer profonde, par J. MURRAY et A. RENARD.

Notice sur la classification, le mode de distribution géographique des sédiments de mer profonde, par JOHN MURRAY et A. RENARD.

Ueber die Ein-und Mehrdeutigkeit des fondamentalen Bogencomplexe für die Elemente monoklinischer Krystallgattungen, von WEESKI.

La genèse et le développement du globe terrestre, des êtres organiques qui l'habitent, par J. WEINBERG.

Note sur les roches éruptives et métamorphiques des Andes, par JOUYOVITCH.

Précis d'histoire de la minéralogie, par ZUJOVIC.

Matériaux pour la géologie du royaume de Serbie, géologie du Sud-Est de la Serbie avec carte géologique, par ZUJOVIC.

Matériaux pour la géologie du royaume de Serbie, note sur quelques roches vitreuses, Corsite de Knelnick, par ZUJOVIC.

Notes sur la période paléolithique, en Serbie, par ZUJOVIC.

Météorites, par STANISLAS MEUNIER.

The Deniliguin or Barratta meteorite, by LIVERSIDGE.

On the chemical composition of certain rocks of New South Wales, by B. LIVERSIDGE.

Rocks from New Britain and New Ireland, by A. LIVERSIDGE.

On the Bingera meteorite, New South Wales, by A. LIVERSIDGE.

On Herderite, by A. F. KUNZ.

Nuove ricerche sulle forme cristalline dei paratartrati acidi di ammoniaco e di potassio di A. Scacchi.

Cristallized Gold in prismatic forms, by P. BLAKE.

Vanadinite in Pinal County, Arizona, by P. BLAKE.

Optische studien am Leucit, von C. KLEIN.

Annaes da Escola de Minas de Ouro-Preto, n° 3, 1884.

Les Roches, par E. JANNETTAZ.

La Paléontologie française, par STANISLAS MEUNIER.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VII

Bulletin n° 1.

Pages

Élections 2

Em. Bertrand. — Sur la Friedelite 3

G. Wyrouboff. — Sur le dimorphisme du sulfate acide de potasse et sur la forme cristalline de la Misénite 5

D. — Détermination des indices de réfraction du sel de Seignette ammoniacal. 8

Id. — Sur les phénomènes optiques du sulfate de strychnine . 10

J. Thoulet. — Compte rendu des publications minéralogiques allemandes. 21

Bulletin n° 2.

L. J. Igelström. — Berzéliite des mines de Nordmark, Wermland (Suède). 27

Em. Bertrand. — Propriétés optiques de la Berzéliite. . . . 31

H. Gorceix. — Note sur une zéolite d'une roche pyroxénique du bassin de l'Abaété, Minas-Geraës (Brésil). 32

Des Cloizeaux. — Extraits de minéralogie. 35

Ch. Barrois. — Note sur le chloritoïde du Morbihan. 37

A. Michel-Lévy. — Note sur la biréfringence de quelques minéraux; application à l'étude des roches en plaques minces. . 43

Pages

M. Chaper. — Sur une pegmatite à diamant et à corindon de l'Hindoustan. 47
G. Wyrouboff. — Sur les phénomènes optiques de l'hyposulfate de plomb. 49
A. Cornu. — Note sur certaines apparences que présentent les surfaces artificiellement polies taillées dans le quartz parallèlement à l'axe. 56
Al. Gorgeu. — Sur la pyrosmalite de Dannemora. 58
Id. — Sur la production artificielle de la Fayalite. 61

Bulletin n° 3.

Budget. 64
F. Gonnard. — Note sur une association de tourmaline et d'apatite de la Chaise-Dieu (Haute-Loire). 65
A. Damour. — Notes sur certain silex magnésiens et sur la ménilite. 66
Kuss. — Note sur la découverte d'Epsomite en cristaux assez gros dans la mine d'anthracite du Peychagnard (Isère). . . 69
Ch. Friedel. — Sur la formule de la Friedelite. 71
Des Cloizeaux. — Examen optique et cristallographique de plusieurs silicates de manganèse 72
Id. — Forme et caractères optiques de l'eudnophite. 78
Id. — Forme et caractères optiques de la Sismondine. . . . 80
G. Wyrouboff. — Sur les propriétés optiques du benzile et du carbonate de guanidine. 86
P. Curie. — Sur les questions d'ordre; répétitions. 89

Bulletin n° 4.

H. Dufet, A. Michel-Lévy, E. Sarasin. — Rapport de la Commission de comptabilité sur le Budget de 1883. . . . 113
A. Scacchi. — Notice nécrologique sur M. Quintino Sella. . 114
Baret. — Sur une argile de la carrière du Rocher-d'Enfer sur les bords de l'Erdre, près Nantes. 118
Em. Bertrand. — Observations sur la note précédente. . . . 119

Pages

L. J. Igelström. — Manganostibiite, nouveau minéral de Nordmark, Wermland (Suède). 120
Id. — Nouveaux minéraux de la mine de Nordmark, Wermland (Suède). 121
Em. Bertrand. — Forme cristalline de l'aimafibrite et de l'aimatolite. 124
A. Arzruni. — Note sur un nouveau minéral trouvé dans la province de Utah (États-Unis). 126
A. Damour. — Analyse du minéral précédent. 128
Des Cloizeaux. — Sur l'identité optique des cristaux de Herderite d'Ehrenfriedersdorf (Saxe) et de Stoneham (État du Maine) 130
Id. — Nouvelle note sur la Gismondine et sur la Christianite. 135
G. Wyrouboff. — Sur la forme cristalline d'un nouvel hyposulfate de thallium. 139
J. Thoulet. — Étude des spicules siliceux d'éponges vivantes. 147
Id. — Mesure du coefficient de dilatation cubique des minéraux. 151
F. Gonnard. — Note sur la diffusion de la Christianite dans les laves anciennes du Puy-de-Dôme et de la Loire 156
R. Jagnaux. — Analyse d'émeris 160
K. de Kroustchoff. — Mémoire sur des inclusions probablement hyalines dans le gneiss granitique du Saint-Gothard. 161

Bulletin n° 5.

Alf. Lacroix. — Note sur des cristaux d'olivine des sables de projection de la Plaine des Sables (île Bourbon). 172
Id. — Sur la barytine (Volnyne) de Chizeuil (Saône-et-Loire). 174
Al. Gorgeu. — Sur une pseudomorphose artificielle de la silice. 176
H. Gorceix. — Note sur un oxyde de titane hydraté, avec acide phosphorique et diverses terres provenant des graviers diamantifères de Diamantina, Minas-Geraës (Brésil) 179
H. Dufet. — Influence de la température sur les indices de réfraction du quartz. 182
J. Thoulet. — Compte rendu des publications minéralogiques allemandes 191

Bulletin n° 6.

Pages

A. Damour. — Note sur un nouveau phosphate d'alumine et de chaux des terrains diamantifères. 204
F. Gonnard. — Note sur l'existence du sphène dans les roches du Puy-de-Dôme 205
Id. — Observations à propos de l'Andalousite du Forez. . . . 207
A. Gorgeu. — Note sur le granite désagrégé de Cauterets . . 208
H. Gorceix. — Étude des minéraux qui accompagnent le diamant dans le gisement de Salobro, province de Bahia (Brésil). 209
J. da Costa Sena. — Note sur la scorodite des environs d'Ouro-Preto. 218
Id. — Note sur l'hydrargillite des environs d'Ouro-Preto. . 220
K. de Kroustchoff. — Sur une nouvelle occurrence de zircon. 222
Id. — Note sur des inclusions singulières dans le quartz d'un phyllade vert d'Erlbach (Saxe). 231
L. J. Igelström. — Hillangsite, nouveau minéral de la mine de fer de Hillang, paroisse Ludvika, gouvernement de Dalarne (Suède). 232
Em. Bertrand. — Observation sur le minéral précédent. . . 234

Bulletin n° 7.

A. de Gramont. — Absence de pyroélectricité dans les cristaux de sulfate de magnésie et de sulfate de cobalt. 235
L. J. Igelström. — Xanthoarsénite, nouveau minéral de Sjögrufvan, paroisse de Grythyttan, gouvernement d'Œrebro (Suède). 237
Em. Bertrand. — Observation sur le minéral précédent. . . 239
A. Damour. — Essais chimiques et analyses sur la ménilite. 239
F. Gonnard. — Sur une combinaison de formes de la galène de Pontgibaud. 242
K. de Kroustchoff. — Sur l'analyse spectrale appliquée aux études microminéralogiques. 243
Des Cloizeaux. — Oligoclases et andésines. 249

Bulletin n° 8.

Pages
K. de Kroustchoff. — Note complémentaire. 337
Ch. Soret. — Lettre à M. Cornu sur la note de M. de Gramont 338
Em. Bertrand. — Sur différents prismes polarisateurs . . . 339
A. Cornu. — Observations sur la note précédente. 344
A. Damour. — Sur un sel ammoniac iodifère 347
F. Gonnard. — Note sur une pegmatite à grands cristaux de chlorophyllite des bords du Vizézy, près Montbrison (Loire). 345
Er. Mallard. — Sur l'isomorphisme des chlorates et des azotates, et sur la quasi-identité vraisemblable de l'arrangement moléculaire dans toutes les substances cristallisées. . 349
J. Thoulet. — Compte rendu des publications minéralogiques allemandes. 401
P. Curie. — Sur la symétrie. 418

Bulletin n° 9.

Baret. — Sur la présence de l'uranite dans les pegmatites d'Orvault (Loire-Inférieure) 460
Alf. Lacroix. — Sur la présence de la Carpholite, de la Buratite et de la Calédonite dans le Beaujolais. 461
Id. — Sur quelques localités nouvelles de Greenockite. . . . 463
F. Gonnard. — Addition à une note sur une pegmatite à grands cristaux de chlorophyllite des bords du Vizézy, près Montbrison (Loire) 466
Des Cloizeaux. — Note sur des nodules cristallins contenus dans le grès de Bagnoles 468
Ed. Jannettaz. — Note sur l'application des procédés d'Ingenhouz et de Senarmont, et sur l'équation des courbes isothermiques 469
Er. Mallard et H. Le Chatelier. — Sur la variation, avec la pression, de la température à laquelle se produit la transformation de l'iodure d'argent. 478
Bibliothèque de la Société. 485

TABLE DES MATIERES & DES AUTEURS

Aimafibrite, 121, 124.
Aimatolite, 121, 124.
Albite, 193.
Allotropie, 356.
Amphibole, 405.
Analyse spectrale Sur l' — appliquée aux études microminéralogiques, par M. K. de Kroustchoff, 243.
Anatase, 338.
Andalousite, 207.
Andésine. Oligoclases et —, par M. Des Cloizeaux, 249.
Apatite, 65, 467.
Argile, 118.
Arrangement moléculaire. Sur la quasi-identité vraisemblable de l'— dans toutes les substances cristallisées, par M. Er. Mallard, 349, 363.
Arzruni (A). Note sur un nouveau minéral trouvé dans la province de Utah (Etats-Unis), 126.
Azotates. Sur l'isomorphisme des chlorates et des —, etc., par M. Er. Mallard, 345.

Baret. Sur une argile du Rocher d'Enfer, sur les bords de l'Erdre, près Nantes, 118. = Sur la présence de l'uranite dans les pegmatites d'Orvault (Loire-Inférieure), 460.
Barrois (Th). Note sur le chloritoïde du Morbihan, 37.
Barytine, 174.
Benzile, 86.
Bertrand (Em.) Sur la Friedelite, 3. = Propriétés optiques de la Berzéliite, 31. = Observations sur une note de M. Baret, 119. = Forme cristalline de l'aimafibrite et de l'aimatolite. 124. =

Observations sur une note de M. Igelström, 234,239. = Sur différents prismes polarisateurs, 339.
Berzéliite, 27, 31.
Bibliothèque, 485.
Biréfringence. Note sur la — de quelques minéraux ; application à l'étude des roches en plaques minces, par M. Michel-Lévy, 43.
Boracite, 404.
Bromammon, 348.
Bromate de soude, 352.
Brookite, 388.
Brucite (*artificielle*), 36.
Budget, 64.
Buratite, 461.
Bustamite, 75.

Calédonite, 461.
Carbonate de guanidine, 88.
Carpholite, 461.
Chaper (M.). Sur une pegmatite à diamant et à corindon de l'Hindoustan, 47.
Chlorate. Sur l'isomorphisme des — et des azotates, et sur la quasi-identité vraisemblable de l'arrangement moléculaire dans toutes les substances cristallisées, par M. Er. Mallard, 349. = — de potasse, 353 = — de soude, 234, 349.
Chloritoïde, 37.
Chlorophyllite, 345, 466.
Christianite, 32, 135, 138, 156.
Chromate de strychnine, 16.
Comptabilité. Rapport de la commission de —, 113.
Conductibilités thermiques, 469.
Corindon, 48, 214.
Cornu (Alf.). Note sur certaines apparences que présentent les surfaces artificiellement polies, taillées dans le quartz, parallèlement à l'axe, 56. = Observations sur une note de M. Bertrand relative à différents prismes polarisateurs, 344.
Costa-Sena (J. da). Note sur la scorodite des environs d'Ouro-Preto, 218. = Note sur l'hydrargillite des environs d'Ouro-Preto, 220.
Curie (P.). Sur les questions d'ordre ; répétition, 89. = Sur la symétrie, 418.

Cuspidine, 192.

Damour (A.). Note sur certains silex magnésiens et sur la Magnésite, 66. = Analyse de l'Utahite, nouveau minéral découvert par M. Arzruni, 128. = Note sur un nouveau phosphate d'alumine et de chaux des terrains diamantifères, 204. — Essais chimiques et analyses sur la Ménilite, 239. — Sur un sel ammoniac iodifère, 347.

Datholite, 22.

Des Cloizeaux. Extraits de minéralogie, ganomalite, 35, téphroïte, Brucite artificielle, 36. = Examen optique et cristallographique de plusieurs silicates de manganèse, 72. = Forme et caractères optiques de l'eudnophite, 78. = Sur la forme cristalline et les caractères optiques de la Sismondine, 80. = Sur l'identité optique des cristaux de Herdérite d'Ehrenfriedersdorf (Saxe) et de Stoneham (État du Maine), 130. = Nouvelle note sur la Gismondine et la Christianite, 135. = Oligoclases et andésines, 249.

Diamant, 49.

Dilatation cubique. Mesure du coëfficient de — des minéraux, par M. Thoulet, 151.

Dimorphisme. — du sulfate acide de potasse, 5. = — du chlorate de soude, 234, 349. = — du bromate de soude, 352.

Disthène, 213.

Dufet (H.). Influence de la température sur les indices de réfraction du quartz, 182.

Élections, 2, 64.

Émeri, 160.

Épistilbite, 408.

Epsomite, 69.

Eudnophite, 78.

Extraits, 21, 36, 191, 401.

Fayalite (artificielle), 61.

Fer. — oxydulé, 215. = — titané, 215.

Friedel (Ch.). Sur la formule de la Friedelite, 71.

Friedelite, 3, 71.

Galène, 242.

Ganomalite, 35.
Gismondine, 135.
Gonnard (F.). Note sur une association de tourmaline et d'apatite de la Chaise-Dieu (Haute-Loire), 65. = Note sur la diffusion de la Christianite dans les laves anciennes du Puy-de-Dôme et de la Loire, 156. = Note sur l'existence du sphène dans les roches du Puy-de-Dôme, 205. = Observations à propos de l'Andalousite du Forez, 207. = Sur une combinaison de formes de la galène de Pontgibaud, 242. = Note sur une pegmatite à grands cristaux de chlorophyllite des bords du Vizézy, près Montbrison (Loire), 345. = Addition à la note précédente, 466.
Gorceix (H.). Note sur une zéolite d'une roche pyroxénique du bassin de l'Abaété, Minas-Geraës, Brésil, 32. = Note sur un oxyde de titane hydraté provenant des graviers diamantifères de Diamantina (Minas-Geraës), 179. = Étude des minéraux qui accompagnent le diamant dans le gisement de Salobro, province de Bahia (Brésil), 209.
Gorgeu (Al.). Sur la pyrosmalite de Dannemora, 58. = Sur la production artificielle de la Fayalite, 61. = Sur une pseudomorphose artificielle de la silice, 176. = Note sur le granite désagrégé de Cauterets, 208.
Goyazite, 204.
Gramont (A. de). Absence de pyroélectricité dans les cristaux de sulfate de magnésie et de sulfate de cobalt, 235.
Greenockite, 463.
Grenat almandin, 213.
Groddeckite, 201.

Herdérite, 130, 414.
Hillangsite, 232.
Hydrargillite, 220.
Hyposulfate. — de plomb, 49, = — de thallium, 139.

Igelström (L. J.). Berzéliite des mines de Nordmark, Wermland (Suède), 27. = Manganostibiite, nouveau minéral de Nordmark, Wermland (Suède), 120. = Nouveau minéral de la mine de Nordmark, Wermland (Suède), 121. = Hillängsite, nouveau minéral de la mine de fer de Hillang, paroisse Ludvika, gouvernement de Dalarne (Suède), 232. = Xanthoarsénite, nouveau

minéral de Sjögrufvan, paroisse de Grythyttan, gouvernement d'Œrebro (Suède), 237.

Inclusions, 161, 231.

Indices de réfraction. Détermination des — du sel de Seignette ammoniacal, par M. G. Wyrouboff, 8. = Influence de la température sur les — du quartz, par M. H. Dufet, 182.

Iodammon, 348.

Iodure d'argent. Sur la variation avec la pression de la température à laquelle se produit la transformation de l' —, par MM. Er. Mallard et H. Le Châtelier, 478.

Isomorphisme. Sur l'— des chlorates et des azotates et sur la quasi-identité vraisemblable de l'arrangement moléculaire dans toutes les substances cristallisées, par M. Er. Mallard, 349.

Jagnaux (R.). Analyses d'émeris, 160.

Jannettaz (E.). Comptes du trésorier pour 1883 et compte général pour 1884, 64. = Note sur l'application des procédés d'Ingenhouz et de Senarmont, et sur l'équation des courbes isothermiques, 469.

Jordanite, 408.

Kroustchoff (K. de). Mémoire sur des inclusions probablement hyalines dans le gneiss granitique du Saint-Gothard, 161. = Sur une nouvelle occurrence de zircon, 222. = Note sur des inclusions singulières dans le quartz d'un phyllade vert d'Erlbach, Saxe, 231. = Sur l'analyse spectrale appliquée aux études minéralogiques, 243. = Note complémentaire, 337.

Kuss. Note sur la découverte d'Epsomite en cristaux assez gros dans la mine d'anthracite du Peychagnard (Isère), 69.

Lacroix (Alf.). Note sur les cristaux d'olivine des sables de projection de la plaine des Sables (île Bourbon), 172. = Sur la barytine (Volnyne) de Chizeuil (Saône-et-Loire), 174. = Sur la présence de la carpholite, de la Buratite et de la Calédonite dans le Beaujolais, 461. = Sur quelques localités nouvelles de Greenockite 463.

Le Chatelier (H.). Sur la variation, avec la pression, de la température à laquelle se produit la tranformation de l'iodure d'argent (en commun avec M. Er. Mallard 478.)

Magnésite, 66.
Magnétite, 215.
MALLARD (Er.). Observation sur le dimorphisme du chlorate de soude, 234. = Sur l'isomorphisme des chlorates et des azotates et sur la quasi-identité vraisemblable de l'arrangement moléculaire dans toutes les substances cristallisées, 349. = Sur la variation, avec la pression de la température à laquelle on produit la transformation de l'iodure d'argent (en commun avec M. H. Le Châtelier 478).
Manganocalcite, 72, 199, 415.
Manganostibiite, 120.
Ménéghinite, 408.
Ménilite, 239.
MICHEL-LÉVY (Aug.). Note sur la biréfringence de quelques minéraux ; application à l'étude des roches en plaques minces, 43.
Misénite (artificielle), 5.
Monazite, 212.

Natrobromate, 348.
Natroiodate, 348.
Néphéline (artificielle), 415.
Notice nécrologique sur M. Q. Sella, par M. M. Scacchi, 114.

Oligoclases et andésines, par M. Des Cloizeaux, 249.
Olivine, 172.
Ordre. Sur la notion d'— ; répétitions, par M. P. Curie, 89.
Oxyde de titane hydraté, 179.

Pajsbergite, 75.
Pegmatite, 47, 345, 466.
Pholérite, 119.
Phosphate. Note sur un nouveau — d'alumine et de chaux des terrains diamantifères, par M. Damour, 204.
Polymérisation cristalline, 396.
Prismes polarisateurs. Sur de nouveaux —, par M. Em. Bertrand, 339, 344.
Pseudomorphose. Sur une — artificielle de la silice, par M. Al. Gorgeu, 176.

Pyrite, 215.
Pyroélectricité, 235, 338, 408.
Pyrosmalite, 58.

Quartz, 212. = Notes sur certaines apparences que présentent les surfaces artificiellement polies, taillées dans le — parallèlement à l'axe, par M. A. Cornu, 56. = Influence de la température sur les indices de réfraction du —, par M. H. Dufet, 182.

Répétitions. Sur les questions d'ordre : —, par M. P. Curie, 89.

Scacchi (A.). Notice nécrologique sur M. Q. Sella, 114.
Schuchardite, 199.
Scovillite, 198.
Scorodite, 218.
Sel. — de Seignette ammoniacal, 8. = — ammoniac iodifère, 347.
Séléniate de strychnine, 15.
Sella (Q.). Notice nécrologique sur M. — par M. A. Scacchi, 114.
Silex, 66, 212.
Silicate de manganèse, 72.
Silice. Sur une pseudomorphose artificielle de la —, par M. Al. Gorgeu, 176.
Sismondine, 80.
Soret (Ch.). Lettre à M. Cornu en réponse à une lettre de M. de Gramont, 338.
Soufre, 406.
Sphène, 205.
Spicules. Étude de — siliceux d'éponges vivantes, par M. J. Thoulet, 147.
Staurotide, 214.
Sulfate. Absence de pyroélectricité dans les cristaux de — de magnésie et de cobalt, par M. A. de Gramont, 235. = Sur les propriétés optiques du — de strychnine, par M. G. Wyrouboff, 10.
Symétrie. Sur la —, par M. P. Curie 413.
Szaboïte. 413.
Téphroïte, 36.
Thermoélectricité, 338.

Thoulet (J.). Compte rendu des publications minéralogiques allemandes, 21, 191, 401. = Étude de spicules siliceux d'éponges

vivantes, 147. = Mesure du coefficient de dilatation cubique des minéraux, 151.
Tourmaline, 65.

Uranite, 460.
Utahite, 126, 128.

Valentinite, 411.
Volnyne, 174.
Würtzite, 411.

WYROUBOFF (G.). Sur le dimorphisme du sulfate acide de potasse et sur la forme cristalline de la Misénite, 5. = Détermination des indices de réfraction du sel de Seignette ammoniacal, 8. = Sur les phénomènes optiques de l'hyposulfate de plomb, 49. — Sur les phénomènes optiques du sulfate de strychnine, 10. = Sur les propriétés optiques du benzile et du carbonate de guanidine, 86. = Sur la forme cristalline d'un nouvel hyposulfate de thallium, 139.

Xanthoarsénite, 237.

Zéolite. Note sur une — d'une roche pyroxénique du bassin de l'Abaété, Minas-Geraës, Brésil, par M. H. Gorceix, 171.
Zircon, 213, 232.

ERRATA

Tome VI (1883)

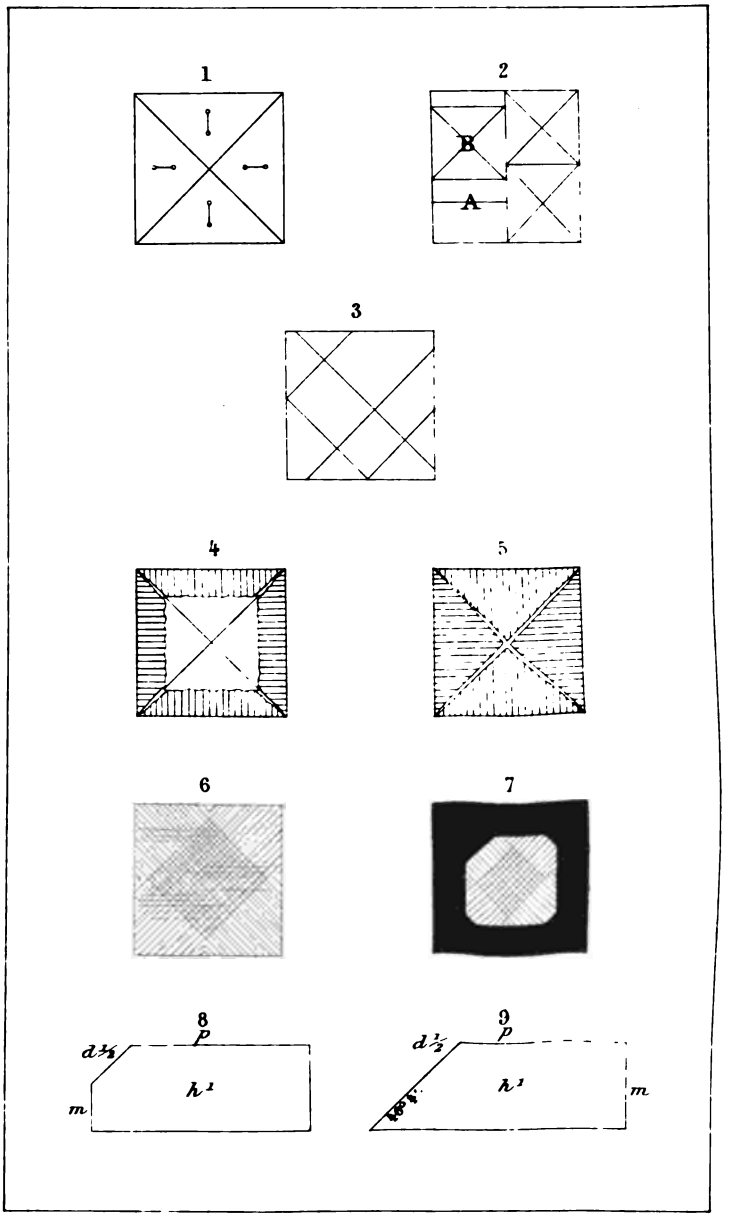
Page 239, ligne 8, en descendant, rétablir le signe ζ dans sa position directe.

Tome VII (1884).

Page 6, ligne 5, en remontant, supprimer le signe $\sqrt{}$.
— 8, — 11, en descendant, au lieu de *qualité*, lire *quantité*.
— 11, — 4 — au lieu de *microscopique*, lire *macroscopique*.
— 17, — 17, en descendant, au lieu d^{12}, lire $d^1/^2$.
— 25, — 10, — au lieu de *magmias*, lire *magmas*.
— 35, — 14, — au lieu h^{53}, lire $h^{5/3}$.
— — — 8, en remontant, au lieu de *Longban*, lire *Jakobsberg, fragments mélangés d'un peu de mica*.
— 48, — 14, en remontant, au lieu de *magm*, lire *magma*.
— 53, — 8, — au lieu de *ailleur*, lire *ailleurs*.
— 57, — 17, en descendant, au lieu de *blanch*, lire *blanche*.
— 68, — 7, — au lieu de *aunâtre*, lire *jaunâtre*.
— 107, — 5, en remontant, au lieu de B^2, lire B .
— 114, — 10, en descendant, après cette ligne, espacer.
— 115, — 16, — au lieu de *l'autre*, lire *un autre*.
— 138, 1, 2, 3, 4, en remontant, échanger les deux notes l'une pour l'autre.
— 140, — 10, — au lieu de 2 $(S^2O^6\ Tl^2)\ SO^4\ Tl^2$, lire 3 $(S^2O^6\ Tl^2)\ SO^4\ Tl^2$.
— 142, — 2, en remontant, au lieu de 69°, 50 lire 69° 50'.
— 143, — 12, en descendant, au lieu de 120°,16', lire 120°16'.
— 146, — 4, — au lieu 143°, 15', lire 143° 15'.
— 157, — 11, en remontant, au lieu de *côtes*, lire *Côt es*.
— 169, — 3, — au lieu de *Bencha*, lire *Beucha*.
— 178, — 17, — au lieu de *qui est*, lire *que n'est*.

Page 190, ligne 4, en descendant, au lieu de $-\frac{(E-O)}{dt}$, lire $\frac{d(E-O)}{dt}$.
— 203, — 8, — au lieu d'*Utruchl*, lire *Utrecht*.
— 205, — 10, — — 5AlO²3, lire $5Al^2O^3$.
— 207, — 8, en remontant, supprimer le mot *près*.
— 214, — 12, — au lieu de *minéreaux*, lire *minéraux*.
— 212, — 14, en descendant, — *quart*, lire *quartz*.
— 217, — 7, en remontant, — *critallines*, lire *cristallines*.
— 218, — 11, en descendant, — *Saô Joaô*, lire *Sâo Joâo*.
— — — 7, en remontant, — *exploitées*, lire *exploités*.
— 220, — 6, — — *de environs*, lire *des environs*.
— 221, — 9, en remontant, — *échatillon*, lire *échantillon*.
— 225, — 17, — — après *laissait déjà*, ajouter *voir*.
— 226, — 3, en descendant, — *capillairees*, lire *capillaires*.
— 228, — 18, — — *jusqu'i*, lire *jusqu'ici*.
— 229, — 1, en remontant, après *avec*, ajouter *celles*.
— 230, — 14, — au lieu de *hyalines*, lire *hyalins*.
— 234, — 12, — — *Lillangsite*, lire *Hillangsite*.
— 243, — 1, — — *octotrigéismal*, lire *octotrigésimal*.
— 248, — 2, en remontant, au lieu de *grande*, lire *grandes*.
— 250, — 3, — — *pegmatitre*, lire *pegmatite*.
— 259, — 15, en descendant, — *bisseecrtice*, lire *bissectrice*.
— 279, — 15, en remontant, — *bissectriee*, lire *bissectrice*.
— 281, — 8, en descendant, — *Janetaz*, lire *Jannettaz*.
— — — 5, en remontant, — *perpendiculiare*, lire *perpendiculaire*.
— 358, — 7, en remontant, — *sensiblement reste toujours*, lire *reste toujours sensiblement*.
— 361, — 5, en remontant, au lieu de $(1\bar{0}1)$, $(10\bar{1})$.
— 369, — intervertir les lignes 15 et 16, en descendant.
— 375, — 1, en descendant, au lieu de *avec*, lire *comme*.
— — — 7, — — $Mg\ Si\ O^4$, lire $Mg^2\ Si\ O^4$.
— 377, — 11, en remontant, au lieu de S^3bS^3, lire Sb^2S^3.
— 379, — 1 et 5, en descendant, — Pbs, lire PbS.

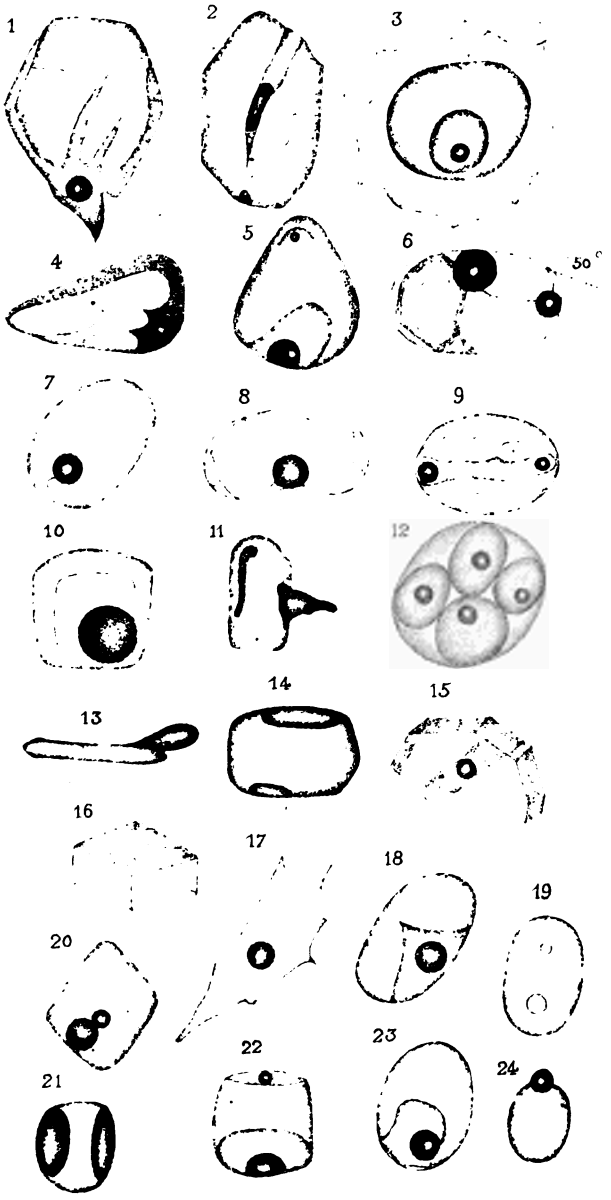
IMPRIMERIE PAUL BOUSREZ, 5, RUE DE LUCÉ, A TOURS.



Imp. Becquet Fils et Simon, Paris.

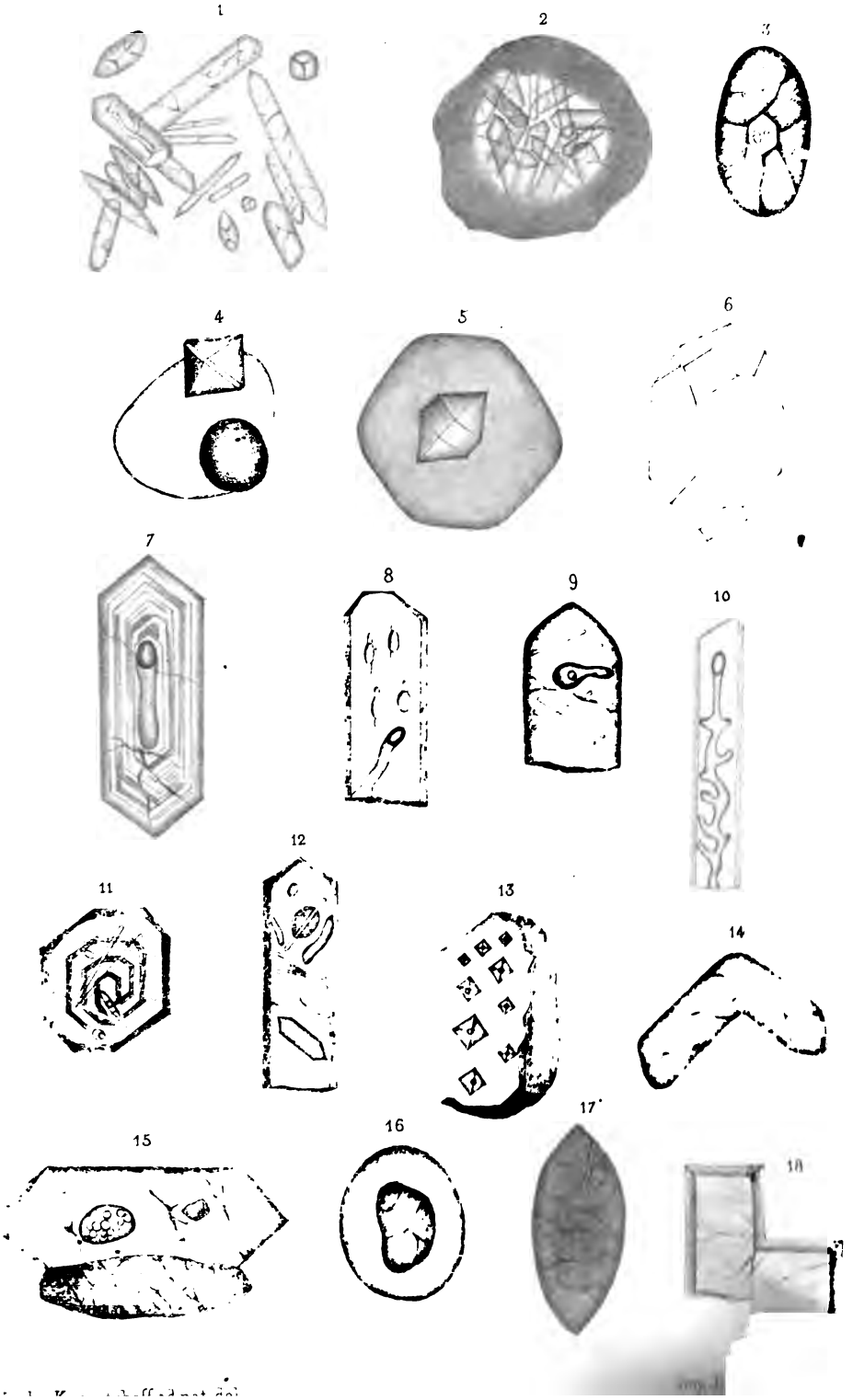
Note de Mr K. de Chroustchoff.

Bull. Soc Min. 1884, t. VII, Pl. II



K. de Chroustchoff ad nat. del. Imp Becquet fr. Paris.

Note de M. K. de Kroustchoff.



NOTE DE Mr K. DE KROUSTCHOFF

APPAREIL POUR L'ANALYSE SPECTRALE